

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí a TŽB

Ekonomické posouzení variantního způsobu vytápění nízkoenergetického rodinného domu
Economical evaluation of variants for low energy consumption heating up of family house

Student:

Robert Jaša

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vladan Panovec

Ostrava, listopad 2014

Zadání diplomové práce

Student: **Ing. Robert Jaša**

Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**

Studijní obor: **3607T040 Prostředí staveb**

Téma: **Ekonomické posouzení variantního způsobu vytápění
nízkoenergetického rodinného domu
Economical Evaluation of Variants for Low Energy Consumption
Heating Up of Family house**

Zásady pro vypracování:

1. Stavební část
Technická zpráva
Výkresová část
 - situace (1:200)
 - základy (1:50)
 - půdorysy podlaží a střechy (1:50)
 - řezy (1:50)
 - pohledy (1:200)
 - typické detaily (1:25)Energetický štítek obálky budovy
2. Projekt vytápění objektu:
Technická zpráva
 - výpočet tepelných ztrát (výkonu) objektu
 - návrh a výpočet zdroje tepla a způsobu vytápění
 - návrh větrání s rekuperací
 - návrh a výpočet ohřevu TV
 - Výkresová část
3. Průkaz energetické náročnosti budovy
4. Analytická část
vytápění a příprava TV: 3 varianty, u kterých jsou porovnány pořizovací a provozní náklady, výhody a nevýhody
 1. zdroj tepla: elektrické přímotopy, TV – boiler, na který jsou připojeny solární kolektory – půdorys, schema
 2. zdroj tepla: elektrokotel, podlahové vytápění a otopná tělesa, TV – boiler – půdorys, schema
 3. zdroj tepla: akumulční nádrž s vnořeným ohřívačem TV, do které jsou zaústěny solární kolektory a fotovoltaika přes elektropatronu, podokenní konvektory a podlahové elektrické vytápění – půdorys, schema

Předpokládaný rozsah grafických prací: dle potřeby pro prováděcí projekt.
Rozsah zprávy: dle potřeby pro prováděcí projekt.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 730540 Tepelná ochrana budov, část 1-4 (2007)
ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu (2005)
ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov – Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení (2009)
ČSN 734301 Obytné budovy 2004
ČSN 016420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části 2004
ČSN 731101 – EC 6 navrhování zděných a smíšených konstrukcí 2004
ČSN EN 15316-4-1až6 2008 Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy - Část 4: Výroba tepla na vytápění
ČSN EN 15316-3-1až3 2010 Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy - Část 3: Soustavy teplé vody
Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon)
Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov
Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Vladan Panovec

Datum zadání: 28.02.2014

Datum odevzdání: 01.12.2014

Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 19.11.2014

A handwritten signature in blue ink, consisting of two distinct parts. The first part is a stylized, cursive 'M' or 'H' shape. The second part is a more complex, flowing cursive signature. The signature is written above a horizontal dotted line.

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou uveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách s o změně a doplněním dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 19.11.2014



Anotace diplomové práce

Cílem zadané diplomové práce je zpracování projektu pro rodinný dům. Jak části stavebně konstrukční, tak části TZB. Pro konkrétní projekt rodinného domu jsem navrhl a rozpracoval tři varianty vytápění a přípravy teplé vody. První variantu jsem volil „tradiční“, druhá varianta by se dala nazvat „ekonomickou“, třetí varianta je „perspektivní“ variantou. Varianty jsem volil tak, aby využívaly zdroje obnovitelné energie a snižovaly tak závislost na neobnovitelných palivech. V případě použití varianty č. 3 by se rodinný dům dal nazvat jako energeticky nezávislá budova.

Projekt je zpracován v tomto členění:

- část stavebně konstrukční
- TZB: vzduchotechnika, zdravotní technika, ústřední vytápění.

Počet stran diplomové práce: 50

Annotation of thesis

The target of assigned thesis has been preparation of family house project, both civil and utilities parts. There were by me prepared three variants of said family house heating and hot water preparation. The first variant has been “conventional”, the second could be called “economy” and the third is „advanced” variant. The variants were chosen to utilize renewable energy sources and decrease the dependence on non-renewable fuels. In the case of variant 3 there is possible to call family house the energy independent building.

The project is made according to this structure:

- civil part
- utilities: air conditioning, sanitary equipment, central heating

number of pages: 50

Klíčová slova:

CZ

rodinný dům

technická zařízení budov

energie

vytápění

vzduchotechnika

solární systémy

fotovoltaické systémy

E

family house

technical equipment of buildings

energy

heating

ventilation

solar systems

photovoltaic systems

Obsah diplomové práce:

Seznam použitého značení a zkratk.....	3
1. Úvod	4
2. část D Architektonicko-stavební řešení – technická zpráva	5
3. Tepelně technické posouzení konstrukcí.....	13
3.1 Okrajové podmínky a výpočet součinitele prostupu tepla podlahy na terénu	13
3.1.1 Okrajové podmínky	13
3.1.2 Výpočet součinitele prostupu tepla podlahy na terénu	14
3.2 Posouzení požadavků ČSN 70 0540-2	15
3.2 Zatřídění domu podle měrné potřeby tepla na vytápění	17
4. Vzduchotechnika – technická zpráva	18
4.1 Úvod	18
4.2 Parametry objektu.....	18
4.3 Popis instalovaného zařízení	18
4.4 Popis technického řešení.....	19
4.5 Parametry čerstvého a odpadního vzduchu.....	20
4.6 Vestavěná digitální regulace	21
4.7 Protihluková opatření	21
4.8 Protipožární opatření	21
4.9 Požadavky na profese	22
4.10 Závěr	23
5. Zdravotechnika – technická zpráva.....	23
5.1 Vodovodní přípojka.....	23
5.2 Vnitřní vodovod	25
5.3 Kanalizační přípojka.....	25
5.4 Vnitřní kanalizace.....	25
6. Vytápění – technická zpráva.....	26
6.1 Úvod	26
6.2 Ústřední vytápění - všeobecně	26
6.2.1 Ústřední vytápění – VARIANTA 1	27
6.2.2 Ústřední vytápění – VARIANTA 2	30
6.2.3 Ústřední vytápění – VARIANTA 3	31
6.3 Závěr	34
7. Ekonomické posouzení jednotlivých variant vytápění.....	34
7.1. Popis variant.....	34
7.1.1 Popis varianty 1	34

7.1.2 Popis varianty 2	35
7.1.3 Popis varianty 3	35
7.2 Pořizovací náklady	36
7.3 Spotřeby energií u jednotlivých variant.....	39
7.4 Porovnání nákladů na vytápění a přípravu TV	43
7.5 Výhody a nevýhody jednotlivých variant, celkové posouzení.....	45
8. Závěr.....	48
9. Seznam použité literatury a zdrojů.....	49
10. Seznam příloh	50

Seznam použitého značení a zkratk

D	činitel denní osvětlenosti
EPS	expandovaný polystyren
ETICS	vnější tepelně izolační kompozitní systém
FVE	fotovoltaická elektrárna
$M_C M_{C,N}$	množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce za rok – celková, normová hodnota [$\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}$]
M_{Cev}	množství vypařené vodní páry uvnitř konstrukce – celková [$\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}$]
RD	rodinný dům
SDK	sádkokarton
TV	teplá voda
TZB	technická zařízení budov
UPS	z anglického <i>Uninterruptible Power Supply (Source)</i> – nepřerušitelný zdroj energie
U	součinitele prostupu tepla [$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$]
ŽB	železobeton
$f_{Rsi,cr}$	teplotního faktoru vnitřního povrchu
σ_{mt}	pevnost v tahu kolmo k desce [kPa]
θ_e	návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období [$^{\circ}\text{C}$]
θ_{gr}	návrhová teplota zeminy v zimním období přilehlá ke stavební konstrukci [$^{\circ}\text{C}$]
θ_{em}	návrhová teplota venkovního vzduchu v letním období
θ_{ai}	návrhová teplota vnitřního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]
φ_i	návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období [%]
φ_e	návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu v zimním období [%]
λ	tepelná vodivost zeminy [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]
$f_{Rsi,N}$	nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce [-]
C_{QH}	roční náklady na vytápění [Kč]
C_{QW}	roční náklady na přípravu TV [Kč]
C_{Qss}	roční úspora nákladů na přípravu TV využitím solárních kolektorů [Kč]

1. Úvod

Cílem zadané diplomové práce je zpracování dokumentace pro provádění stavby rodinného domu. U konkrétní stavby – rodinného domu je pak provedeno ekonomické posouzení tří variant způsobu jeho vytápění a přípravy TV. Zde jsou uvedeny porovnávané varianty:

1. zdrojem tepla je elektrokotel, vytápění je zajištěno kombinací podlahového vytápění a otopnými tělesy, zásobníková příprava TV je pomocí elektro ohřevu,
2. vytápění je zajištěno pomocí přímotopných elektrických konvektorů, zásobníková příprava TV je kombinovaná – pomocí elektro ohřevu a solárními kolektory
3. teplo vyrobené solárními kolektory je předáváno do akumulární nádoby, druhým zdrojem tepla je elektrické topné těleso instalované do akumulární nádrže, TV je připravována ve vnitřním zásobníku TV.

Dále je součástí diplomové práce dokumentace pro provádění stavby – projekt vzduchotechniky a zdravotechiky a ústředního vytápění.

Navržený bytový dům jsem umístil do lokality obce Olbramice. S ohledem na rostoucí trend cen energií a legislativní vývoj požadavku na zvyšující se úspory spotřeby energií a snižování produkce skleníkových plynů je bytový dům koncipován jako nízkoenergetický. Kromě vlastních obvodových konstrukcí včetně výplní otvorů rozhodujících o energetické náročnosti objektu je součástí TZB i nucené větrání s rekuperací tepla s vysokou účinností. Ve třetí variantě způsobu vytápění je kromě solárního ohřevu topné vody navržena k zajištění výroby tepla fotovoltaická elektrárna. Její výkon navrhuji k zajištění běžných elektrospotřebičů domácnosti i k zajištění ohřevu topné vody.

Dům navrhuji z přírodních, běžně dostupných tradičních materiálů. Obvodové konstrukce jsou navrženy z broušených cihelných bloků v systému POROTHERM 24 Profi P10 vyzdívaných na tenkovrstvou maltu o stejné pevnosti (P10) nanášenou celoplošně pomocí aplikačního vozíku dle [2]. Obvodový plášť je zateplen kontaktním zateplovacím systémem ETICS (vnější tepelně izolační kompozitní systém). Kombinace nosných stěn z cihel o nejmenší možné tloušťce a tepelné izolace o tloušťce 300 mm je z mého pohledu vhodnější než jednovrstvá cihelná konstrukce větší tloušťky (např. tl. 440 nebo 500 mm). Tepelná izolace je navržena z tepelně izolačních desek s kolmým vláknem z kamenné vlny. Tento materiál je vhodný z několika důvodů:

1. menší difuzní odpor než EPS ($\mu_{\text{vata}} = 1/\mu_{\text{EPS}} = 30-70$)
2. lamely z kolmého vlákna mají několikanásobně větší pevnost v tahu kolmo k desce ($\sigma_{\text{vata}} = 80 \text{ kPa}/\text{EPS } \sigma_{\text{mt}} = 15 \text{ kPa}$) než izolace z podélných vláken,

3. u tohoto materiálu není nutné do výšky 20 m nad terénem při celoplošném lepení mechanického kotvení dle [1], takže odpadají systematické tepelné mosty v podobě kotev.

2. část D Architektonicko-stavební řešení – technická zpráva

D.1 ARCHITEKTONICKÉ, VÝTVARNÉ, MATERIÁLOVÉ, DISPOZIČNÍ A PROVOZNÍ ŘEŠENÍ

D.1.a Architektonické řešení

Dům bude jednopodlažní nepodsklepený. Střecha objektu je plochá. V rodinném domě bude umístěna jedna bytová jednotka. Půdorys objektu je obdélníkový, s předstupující částí místnosti garáže.

Fasáda domu bude mít různou povrchovou úpravu. Část stavby bude opatřeno tenkovrstvou omítkou v bílé barvě. Část budovy předsazené garáže bude mít povrchovou úpravu tenkovrstvou omítkou ve vzhledu režného cihelného zdiva. Sokl stavby bude opatřen pryskyřičnou omítkou – marmolit. Krytina je z PVC fólie. Okna a dveře v obvodových stěnách budou z plastových profilů v dekoru imitace dřeva.

Příjezdová cesta k hlavnímu vstupu a ke garáži bude z betonové zámkové dlažby.

D.1.b Výtvarné řešení

Výtvarné řešení nového objektu rodinného domu je řešeno v kontextu se stávající okolní zástavbou.

D.1.c Materiálové řešení

Stavba je navržena z odolných a běžných stavebních materiálů.

Zdivo bude z keramických dutinových tvárnic, zateplení domu bude provedeno z desek z minerální vlny, z desek z pěnového polystyrenu a z desek z extrudovaného polystyrenu. Strop je navržen z železobetonových předpjatých dutinových panelů. Střešní krytina je z PVC fólie.

D.1.d Dispoziční a provozní řešení

Podélná osa domu vede SZ-JV směrem. Rodinný dům je dispozičně řešen 4+kk, s garáží a technickými místnostmi. Ze zádveří je možno vstoupit do obytné části domu, nebo do technologické části, ke které patří garáž, sklad, prádelna a místnost technologie. V obytné části domu je hlavním pobytovým prostorem obývací pokoj s kuchyňským koutem, ze kterého

je možno vstoupit na venkovní terasu v úrovni terénu. Ve středu dispozice je chodba oddělující obývací pokoj od dalších místností jako jsou ložnice, koupelna, pracovna a hostovský pokoj. Hlavní vstup je orientován JZ směrem.

D.2 BEZBARÉROVÉ UŽÍVÁNÍ STAVBY

Jedná se o stavbu rodinného domu. Požadavky plynoucí z Vyhlášky č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb, zde nejsou vyžadovány.

D.3 KONSTRUKČNÍ A STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

D.3.a Výkopy

Výkopy budou prováděny v zemině třídy těžitelnosti 2-3 jako jámy a rýhy. Před prováděním výkopů se provede skrývka ornice v prostoru stavby. Rýhy pro základové pásy budou svahované. Vykopaná zemina se použije k doplnění násypů a na úpravy venkovního terénu.

D.3.b Základy

Provedou se základové pásy z betonu C20/25-XC2. Pásy budou dovyztuženy pruty betonářské výztuže v rozích a koutech a v místech napojování jednotlivých základových pásů. Podkladní beton tl. 150 mm z betonu C20/25-XC2 bude vyztužen betonářskou sítí \varnothing 6/6 mm, oka 100/100 mm u spodního povrchu betonu. Pod příčkami se betonářská síť vloží i k hornímu povrchu betonu, v šířce 1 m.

Pod základové pásy i podkladní beton se provede vrstva šterkopísku, která se zhutní.

Podél základů se provede drenážní systém odvodněný do kanalizační šachty.

Pod základové pásy se položí zemnicí pásek s vývody v místech hromosvodných svodů.

D.3.c Svislé konstrukce

Obvodový plášť budovy a vnitřní nosné stěny jsou navrženy z tepelně izolačních keramických tvárnic POROTHERM 24 PROFI na tenkovrstvou zdící maltu. Vnitřní příčky jsou z keramických tvárnic POROTHERM 11,5 PROFI na tenkovrstvou zdící maltu. S nosným zdivem budou příčky spojeny provázáním při zdění nebo nerezovými propojovacími kotvami.

D.3.d Vodorovné konstrukce

Překlady nad otvory v nosných stěnách tl. 240 mm budou z překladů POROTHERM 7. Překlady nad otvory v příčkách budou z překladů POROTHERM 11,5. Tyto překlady budou doplněny nadezdívkou dle systémového předpisu překladů.

Nad nosnými zdmi bude proveden ztužující věnec z betonu C25/30-XC4. Věnec bude vyztužen pruty betonářské výztuže 4x øR16, třmínky øR6 po 250 mm. Věnec nad obvodovými zdmi bude zateplen polystyrenem EPS tl. 30 mm. Nad příčkami bude vytvořen nadbetonávkou z betonu C25/30-XC4.

D.3.e Úpravy povrchů vnitřní

Vnitřní omítky budou jednovrstvé štukové. V sociálním zařízení budou keramické obklady do výše dveří, v technické místnosti budou obklady stěn na celou výšku místnosti.

Garáž bude od ostatních místností oddělena zdmi s kontaktním zateplovacím systémem. V zateplovacím systému bude použito desek z polystyrenu plněného grafitem (EPS styrotherm plus, EPS Grey Wall). Povrchová úprava tenkovrstvou omítkou.

D.3.f Úpravy povrchů vnější

Fasáda bude zateplena kontaktním zateplovacím systémem z desek z minerální vlny s vláknem kolmým k povrchu desky ROCKWOOL LL tl. 300 mm. Povrch zateplovacího systému bude tvořit tenkovrstvá silikonová omítka.

Sokl budovy bude zateplen kontaktním zateplovacím systémem s deskami z extrudovaného polystyrenu. Na zateplovací systém bude provedena hydroizolační stěrka a pryskyřičná omítka – marmolit.

D.3.g Podlahy

Na podkladní beton a vodorovnou hydroizolaci se provede tepelná izolace z tuhých podlahových desek EPS styrotherm plus-150 S ve dvou vrstvách bez průběžných spár. V místnostech, kde bude podlahové topení, se položí systémová deska pro podlahové topení s odraznou folií. Následně se provede anhydritový potěr s dilatacemi v místě dveří a významných geometrických zlomů. Anhydritový potěr je možno realizovat až po tlakové zkoušce podlahového topení.

V místnostech, kde budou kladeny keramické dlažby je nutno anhydritový potěr po zatvrdnutí zdrsnit.

Cementový potěr i anhydritový potěr bude dilatován od svislých konstrukcí, prostupů ÚT apod.

V místnostech č. 1.02, 1.07, 1.10 a 1.17 bude místo anhydritového potěru použit cementový samonivelační potěr.

V místnostech s keramickou dlažbou budou na stěnách provedeny soklíky z dlažby výšky 70 mm.

Skladby podlah:

P1:	- PVC	2 mm
	- pryžová podložka pod PVC	3 mm
	- anhydritová mazanina	50 mm
	- systémová desky podlahového topení z EPS	55 mm
	- separační PVC fólie	
	<u>- desky z EPS styrotherm plus-150 S</u>	<u>170 mm</u>
		280 mm
P2:	- keramická dlažba	10 mm
	- lepidlo na dlažbu	5 mm
	- anhydritová mazanina	45 mm
	- systémová desky podlahového topení z EPS	50 mm
	- separační PVC fólie	
	<u>- desky z EPS styrotherm plus-150 S</u>	<u>170 mm</u>
		280 mm
P3:	- epoxidová stěrka	5 mm
	- samonivelační stěrka	5 mm
	- betonová mazanina vyztužená betonářskou sítí ø6/6 mm, oka 100/100 mm	70 mm
	- separační PE fólie	
	<u>- desky z EPS 200 S</u>	<u>150 mm</u>
		230 mm
P4:	- keramická dlažba	6 mm
	- lepidlo na dlažbu	4 mm
	- samonivelační stěrka	5 mm
	- betonová mazanina	65 mm
	- separační PE fólie	
	<u>- desky z EPS styrotherm plus-150 S</u>	<u>200 mm</u>
		280 mm

D.3.h Střecha

Střecha je navržena plochá se sklonem 2 %. Nosnou konstrukci tvoří železobetonové předpjaté dutinové panely (např. SPIROLL). Na panely je bodově natavena parozábrana Foalbit Al S4. Na parozábranu jsou položeny desky EPS – styrotherm plus-150 S ve dvou vrstvách v základní tloušťce 300 mm. Na tuto základní vrstvu budou položeny spádové klíny. Střešní krytina je navržena z PVC fólie DEKPLAN 79 tl. 3,2 mm v bílé barvě s nakaširovanou polyesterovou plstí. Všechny vrstvy střechy budou vzájemně slepeny. Atika výšky 975 mm je po celém obvodu vyzděna ze stejných cihelných bloků tl. 240 mm jako nosné zdivo.

D.3.i Tepelné izolace

Fasáda bude zateplena deskami z minerální vlny s vláknem kolmým k povrchu desky ROCKWOOL LL tl. 300 mm. Sokl objektu bude zateplen deskami z extrudovaného polystyrenu tl. 200 mm, vnější obvod základových pásů bude zateplen deskami z extrudovaného polystyrenu tl. 150 mm. Podlaha v místnostech kromě garáže bude zateplena deskami z polystyrenu EPS styrotherm plus-150 S tl. 220 mm, která bude vytvořena ze dvou vrstev polystyrenových desek s překrytím spár. Další tepelná izolace bude v podlaze vytvořena systémovou deskou podlahového topení tl. 53 mm z EPS. Podlaha v garáži bude zateplena deskami z polystyrenu EPS 200 S tl. 150 mm.

Uvnitř dispozice domu budou odděleny části s různým teplotním režimem pomocí zateplených stěn. Bude zde použito tepelné izolace z desek z polystyrenu plněného grafitem styrotherm plus-70 tl. 150 mm.

D.3.j Hydroizolace

Na podkladním betonu bude provedena hydroizolace proti zemní vlhkosti z asfaltových pásů s hliníkovou vložkou (protiradarové opatření). Pod asfaltové pásy se provede asfaltový penetrační nátěr. Hydroizolační vrstvy je nutno provádět až na vyschlý podklad. Hydroizolace bude vyvedena min. 300 mm nad terén.

Pod keramickými dlažbami hygienického zařízení bude izolace PCI Lastogum na penetraci Gisogrund. Tato se vyvede na stěnu pod keramický obklad stěn (u sprchy na výšku obkladu) a v ostatních případech se vyvede hydroizolace 300 mm na stěnu.

D.3.k Konstrukce klempířské

Oplechování se bude provádět u venkovních parapetů a atiky. Oplechování bude provedeno z ocelových poplastovaných systémových profilů (Ranila, Lindab) parapety mohou být provedeny alternativně z hliníkových plechů. Provádění dle ČSN 73 3610.

D.3.l Konstrukce truhlářské

Výplně otvorů vnějšího pláště objektu budou plastové a celý výrobek musí splňovat kritérium min. $U = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Okna budou plastová zasklená izolačním trojsklem.

Okna budou mít otevíravá křídla + první otevíravé okno bude rovněž sklopné, kování čtyřpolohové. Okna budou kompletní dodávkou včetně vnitřních plastových a vnějších hliníkových parapetů. Dotěsnění spáry mezi oknem a ostěním bude provedeno v systému ILLBRUCK nebo Den Braven 3D vložení těsnících fólií – parozábrana a hydroizolace.

Vnitřní dveře dřevěné s povrchem z dýhy. Vnitřní dveře budou dřevěné plné a částečně prosklené. Kování bude rozetové s dozickým zámkem.

UPOZORNĚNÍ:

Velikost stavebních otvorů je nutno přizpůsobit povaze výplně. Pro obložkové zárubně je nutno počítat se zvětšením stavebního otvoru o 100 mm na šířku a 50 mm na výšku. Před výrobou oken je nutno zaměřit skutečné otvory na stavbě.

D.3.m Konstrukce zámečnické

Do garáže se osadí automatická sekční hliníková garážová vrata na elektropohon a větrací otvory v garáži se opatří hliníkovými mřížkami se sítinou proti hmyzu. V místnosti 1,16 – obývací pokoj bude překlad okna podepřen ocelovými sloupky z jáklu 100/100/4 mm. Sloupky budou opatřeny na obou koncích roznášecími deskami z ocelového plechu tl. 8 mm o rozměru 150 x 150 mm.

D.3.n Podhledy

Ve všech místnostech bude proveden podhled ze sádrokartonových desek tl. 12,5 mm ve dvou vrstvách na roštu z ocelových pozinkovaných profilů systému suché výstavby samonosných sádrokartonových stropů. Nosné profily budou kotveny ke stropním panelům a po obvodu ke stěnám. V hygienických místnostech bude použito sádrokartonových desek impregnovaných vhodných do vlhkého prostředí.

D.3.o Ostatní konstrukce a práce

Kolem objektu v místech, kde nebudou zpevněné plochy z rozebíratelné dlažby, se provede okapový chodník z betonových dlaždic 250 x 250 mm tl. 30 mm ve dvou řadách ukládaných do pískového lože na netkanou geotextilii do chodníkového betonového obrubníku tl. 50 mm.

Po ukončení prací se provede vyčištění stavby.

D.3.p Malby a nátěry

Na omítky se přes penetraci provede dvojnásobná malba dostupnými nátěrovými barvami (např. PRIMALEX, REMAL).

Ocelové konstrukce budou opatřeny základní barvou a dvojnásobným protikorozním nátěrem.

D.3.q Zpevněné plochy a oplocení

K hlavnímu vstupu do objektu a ke garáži bude od silnice vytvořena zpevněná plocha z betonové zámkové dlažby. Dlažba bude uložena v loži z kameniva. Shodná skladba zpevněné plochy bude v místě zastřešené terasy na severozápadní straně objektu. Zpevněné plochy budou lemovány betonovými obrubníky.

Skladba zpevněné plochy:

- Betonová dlažba	80 mm (v případě terasy tl. 40 mm)
- lože ze štěrkodrtě 4-8	40 mm
- štěrkodrt' 32-63 s prosypáním štěrkodrtě 8-16	200 mm
- štěrkopísek 0-22	50 mm

D.3.r Závěrečná doporučení a bezpečnost práce

Při výstavbě je nutné dodržovat všechny předpisy o bezpečnosti práce a ochraně zdraví pracujících ve stavebnictví a všechna ustanovení vyplývající ze Zákona č. 262/2006 Sb, stavebního zákoníku, především pak ustanovení části páté – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci, Zákona č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek BOZP a Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na staveništích.

Na stavbě mohou pracovat jen pracovníci vyučení nebo alespoň zaučení v daném oboru. Všichni pracovníci na stavbě pracující musí být proškoleni v rámci bezpečnosti práce a pravidelně doškolováni.

Vybavení ochrannými prostředky a pomůckami pro své zaměstnance zajistí dodavatel. V případě běžného úrazu bude lékařská péče poskytnuta formou první pomoci přímo na

staveništi. Pro tyto účely musí být na stavbě u vedoucího nebo na jiném snadno dostupném, ale kontrolovatelném místě lékárnička, která musí být pravidelně kontrolována a doplňována. Těžší úrazy budou po provedení první pomoci ošetřeny v nejbližším zdravotním zařízení. Těžké úrazy po poskytnutí první pomoci přenechány k ošetření přivolané záchranné službě.

Pracoviště musí být při práci mimo denní dobu, nebo když si to vyžadují klimatické podmínky, řádně osvětleno. V průběhu provádění výkopových prací je nutné řádné zajištění výkopu proti pádu osob.

Staveniště v místech výskytu musí být opatřeno výstražnými tabulkami (zákaz vstupu, nebezpečí výbuchu, plyn, el. proud, atd.).

Je zakázáno všem osobám donášet a požívat alkoholické nápoje na staveništi.

Staveniště bude řádně oploceno a opatřeno cedulemi se zákazem vstupu nepovolaným osobám.

Zvláštní zřetel je nutno dbát při výkopových pracích, kdy dochází k dotčení sítí. Dodavatel na svůj náklad nechá vytýčit tyto sítě a zajistí postup prací tak, aby nedošlo k jejich poškození. Dodavatel je povinen zabezpečit objekty a zařízení z hlediska požární ochrany dosud nepřevzatých staveb podle zák.133/85 Sb. v platném znění.

Během výstavby jsou dodavatelé a investor povinni dodržovat veškeré požární a bezpečnostní opatření na jednotlivých pracovních úsecích zejména tam, kde se předpokládá zvýšené požární nebezpečí (svařování, broušení apod.).

Zvýšenou pozornost je nutno věnovat skladování plynu (ČSN 78 304) a kontrole hořlavých látek (ČSN 65 0201), staveništní elektroinstalaci, zejména staveništní provizoria, otevřená ohniště a pracoviště s topeništi (rozehrívání asfaltu, koksáky, lokální topidla, sklady nehaseného vápna apod.).

D.4 TECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVBY

D.4.a Stavební fyzika

D.4.a1 Tepelná technika

Zateplení objektu je navrženo na úrovni normou doporučených hodnot pro pasivní domy v souladu s ČSN 73 0540-2/2011.

Projekt řeší zateplení následujících konstrukcí:

obvodová stěna	- 300 mm (minerální vlna ROCKWOOL FASROCK LL)
střecha	- 300 – 480 mm (EPS styrotherm plus-150 S)
podlaha na terénu – obytná část	- 220 mm (EPS styrotherm plus-150 S)

podlaha na terénu – garáž

- 150 mm EPS 200 S

Podrobné tepelně technické vyhodnocení konstrukcí je uvedeno v kapitole 3.

D.4.a.2 Osvětlení

Denní osvětlení je navrženo v souladu s ČSN 730580-1:2007+Z1:2011 Denní osvětlení budov. Část 1. Základní požadavky a Část 2. Denní osvětlení obytných budov. Denní osvětlení je zajištěno okenními osvětlovacími otvory. Dále je všech místnostech denní osvětlení doplněno umělým světlem prostřednictvím svítidel.

K ověření denního osvětlení jsem pomocí software VDLS provedl kontrolní výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti č. 1.11 – pracovna. Protokol výpočtu je uveden v příloze č. 1. Zde uvádím výsledky výpočtu:

$$D_{\min} = 1,3$$

$$D_{\max} = 2,3$$

$$D_{\max} = 6,1$$

Z výpočtu vyplývá, že místnost vyhovuje požadavku na denní osvětlení.

D.4.a.3 Proslunění

Objekt vyhovuje požadavkům ČSN 73 4301 – Obytné budovy.

D.4.a.4 Akustika – hluk, vibrace

Součástí stavby nejsou zařízení, která by byla zdrojem nadměrného hluku nebo vibrací.

D.4.a.5 Výpis použitých zákonů a vyhlášek

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), v platném znění

Vyhláška č. 499/2006 Sb. ve znění změny 62/2013 Sb., o dokumentaci staveb

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby

3. Tepelně technické posouzení konstrukcí

3.1 Okrajové podmínky a výpočet součinitele prostupu tepla podlahy na terénu

3.1.1 Okrajové podmínky

- návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období θ_e :

teplotní oblast 2 dle přílohy H ČSN 73 0540-3

nadmořská výška stavby: 332 m.n.m.

$$\theta_e = -14 + ((332-100)/100).(-0,3) = -14,696 = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- návrhová teplota zeminy v zimním období přilehlá ke stavební konstrukci dle tabulky H.5 ČSN 73 0540-3, $\theta_{gr} = + 5 \text{ } ^\circ\text{C}$
- návrhová teplota venkovního vzduchu v letním období $\theta_{em} = 18,2 \text{ } ^\circ\text{C}$
- návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai} = 20,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období $\varphi_i = 50 \text{ } \%$
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období pro výpočet šíření vlhkosti konstrukcí: $\varphi_i + \Delta \varphi_i = 55 \text{ } \%$
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu v zimním období $\varphi_e = 84 \text{ } \%$

Tepelně technické posouzení obvodové konstrukce jsem provedl dle ČSN 73 0540 – 2 v programu TEPLO. V tabulce č. 2 je uveden celkový přehled posouzení konstrukcí.

3.1.2 Výpočet součinitele prostupu tepla podlahy na terénu

tepelná vodivost zeminy: $\lambda = 2,0 \text{ W/(m.K)}$

charakteristický rozměr podlahy: B'

$$B' = \frac{A}{0,5 \times P} \quad [m]$$

A – plocha podlahy [m]

$$B' = \frac{252,7}{0,5 \times 69,9} = 7,23 \quad [m]$$

P – obvod podlahy [m]

ekvivalentní tloušťka podlahy: d_f

$$d_f = w + \lambda \times (R_{si} + R_f + R_{se}) \quad [m]$$

w – tloušťka obvodové stěny [m]

R_{si} , R_{se} - odpory při přestupu tepla [$\text{m}^2.\text{K/W}$] $d_f = 0,54 + 2 \times (0,17 + 6,41 + 0) = 13,7m$

R_f – tepelný odpor podlahy [$\text{m}^2.\text{K/W}$]

součinitel prostupu tepla podlahy na zemině:

$$U = \frac{\lambda}{0,457 \times B' + d_f} \quad [W/m^2.K]$$

$$U = \frac{2}{0,457 \times 7,23 + 13,7} = 0,118 \quad [W/m^2.K]$$

3.2 Posouzení požadavků ČSN 70 0540-2

Souhrn porovnání požadavků ČSN 73 0540-2 a skutečných hodnot jednotlivých konstrukcí je uveden v tabulce č. 2.

Tabulka 2 – celkový přehled posouzení konstrukcí

Název konstrukce	REKAPITULACE VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 / 2011		
	požadavek normy	vypočtená hodnota	posouzení
součinitel prostupu tepla $U_{\text{pas},20}$ [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$] – pro pasivní domy, požadavek: $U < U_N$			
stěna obvodová	0,18	0,16	vyhovuje
střecha	0,15	0,10	vyhovuje
podlaha na terénu	0,22	0,12	vyhovuje
výplň otvoru	0,8	0,70*	vyhovuje
vnitřní stěna k nevytápěnému prostoru	0,3	0,19	vyhovuje
průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$] – pro pasivní domy, $U_{\text{em}} < U_{\text{em},N}$			
celá obálka budovy	0,25	0,17	vyhovuje
pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10}$ [$^{\circ}\text{C}$], požadavek: $\Delta\theta_{10} < \Delta\theta_{10,N}$			
podlahy kategorie I	do 3,8 včetně	3,65	vyhovuje
nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce $f_{\text{Rsi},N}$ [-], požadavek: $f_{\text{Rsi}} > f_{\text{Rsi},N}$			
všechny konstrukce	0,744	0,970 - 0,962	vyhovuje
šíření vlhkosti konstrukcí M_c [$\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$], požadavek: $0,1 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$; 3 % plošné hmotnosti $M_c < M_{c,N}$, $M_c < M_{\text{ev}}$			
stěna obvodová	0,1	$M_c = 0,035$ $M_{\text{ev}} = 9,723$	vyhovuje
střecha	0,1	nedochází ke kondenzaci	vyhovuje
pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_{v,t}$ [$^{\circ}\text{C}$], požadavek: $\Delta\theta_{v,t} \leq \Delta\theta_{v,N}(t)$			
místnost č. 1.12 – hostovský pokoj	3 pro konvektory 4 pro podlahové vytápění	2,3	vyhovuje

nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$ [°C]			
místnost č. 1.16 – obývací pokoj – bez stínících prvků	27	33,04	nevyhovuje
místnost č. 1.16 – obývací pokoj – screenové rolety	27	26,92	vyhovuje

pozn. : * hodnota U_w z technického listu firmy Oknostyl – okno ENERGY plus

Cílem posouzení je porovnání parametrů konstrukcí navržených v projektu s normovými hodnotami. Ve své práci jsem konstrukce, především jejich tepelné izolace navrhoval tak, aby splnily parametry doporučované normou pro pasivní domy. Z výše uvedené tabulky posouzení vyplývá, že tohoto záměru bylo dosaženo a konstrukce na systémové hranici budovy vyhovují požadavku na součinitel prostupu tepla pro pasivní stavby. Dále jsem pro dům zpracoval energetický štítek obálky budovy. Dům je zařazen do klasifikační třídy A – velmi úsporná. Štítek tvoří přílohu č. 9 mé práce.

Pro pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10}$ jsou uvedeny v názvu konstrukcí pouze podlahy kategorie I, ostatní kategorie dle tabulky č. 8 normy splňují požadavek s ohledem na vyšší hodnotu automaticky.

Jediný parametr požadovaný normou, který nebyl bez dodatečných opatření dosažen je $\theta_{ai,max,N}$ – nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období. Je to způsobeno bohatým prosklením jihozápadní fasády. Tepelné zisky způsobují přehřátí interiéru natolik, že vypočtená hodnota $\theta_{ai,max}$ překračuje maximální normovou hodnotu o 6,04 °C.

Situaci navrhuji řešit doplněním okenních otvorů jihozápadní fasády o pasivní systém stínění - venkovní screenové rolety opatřené látkou Soltis. Tato perforovaná polyesterová tkanina pokrytá PVC vrstvou zachycuje dle [1] až 90 % tepelného záření, ale díky perforaci uživatel neztrácí kontakt s okolím domu. Já jsem ve výpočtu uvažoval s tkaninou SOLTIS 86 v odstínu 2046 s parametry: $\tau_{e,B}$ – propustnost slunečního záření – 0,21, $\rho_{e,B}$ – odrazivost slunečního záření – 0,43.

Ve výpočtu druhé varianty, ve které jsem použil uvedené venkovní stínící prvky, bylo požadavku normy dosaženo a $\theta_{ai,max} = 26,92$ °C.

Výpočet letní tepelné stability místnosti č. 1.16 – obývací pokoj - ve variantách „bez stínění“ a „se stíněním“ je uveden v příloze č. 2.

3.2 Zatřídění domu podle měrné potřeby tepla na vytápění

Výpočet celkové potřeby tepla na vytápění jsem provedl pomocí programu Energie 2014 v souladu s TNI 73 0329 – Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Rodinné domy.

Použil jsem tyto okrajové podmínky:

- ke stanovení ploch a objemů jsem použil vnější rozměry
- použil jsem jednotné klimatické podmínky uvedené v tabulce č. 1
- pro obsazenost RD 3 osobami vyplývají tyto vnitřní tepelné zisky:

$$3 \cdot 100 \text{ W} \cdot 0,7 + 100 \text{ W} = 310 \text{ W}$$

- výměna vzduchu je jednotná a to 25 m^3 na osobu násobená koeficientem přítomnosti s hodnotou 0,7

$$3 \cdot 25 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 0,7 = 52,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

- celkovou intenzitu výměny vzduchu při tlakovém spádu 50 Pa, n_{50} jsem stanovil na 0,4 1/h
- potřeba tepla pro přípravu teplé vody - 550 kWh na osobu a rok, celkem tedy 1 100 kWh
- potřeba celkové pomocné elektrické energie na vytápění a přípravu TV – 400 kWh/a

Zónu pro výpočet tvoří všechny místnosti objektu kromě garáže, ta byla vyčleněna mimo systémovou hranici.

Tabulka 3 – hodnocení domů s velmi nízkou energetickou náročností dle TNI 73 0329

jev, veličina	REKAPITULACE VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE KRITÉRIÍ TNI 73 0329		
	požadavek normy	vypočtená hodnota	posouzení
součinitel prostupu tepla $U_{\text{pas},20}$ [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$] – pro pasivní domy, požadavek: $U < U_N$			
stěna obvodová	0,18	0,16	vyhovuje
střecha	0,15	0,10	vyhovuje
podlaha na terénu	0,22	0,12	vyhovuje
výplň otvoru	0,8	0,70*	vyhovuje
vnitřní stěna k nevytápěnému prostoru	0,3	0,19	vyhovuje
průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$] – pro pasivní domy, $U_{\text{em}} < U_{\text{em},N}$			
celá obálka budovy	0,22	0,17	vyhovuje
přívod čerstvého vzduchu do všech pobytových místností			
zajištěn pomocí VZT	-	-	vyhovuje

účinnost zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu η [%]			
	≥ 75	91	vyhovuje
neprůvzdušnost obálky budovy n_{50} [1/h]			
ve fázi přípravy stavby	0,6	0,4	předpoklad
nejvyšší teplota vzduchu v pobytové místnosti $\theta_{a,max}$ [°C]			
	≤ 27	26,92	vyhovuje
měrná potřeba tepla na vytápění E_A [kWh/m ² .a]			
	≤ 50	36	vyhovuje

Cílem výpočtu podle TNI je zařídění budovy podle měrné potřeby tepla na vytápění. Mnou navržený rodinný dům vyhovuje kritériím pro nízkoenergetický dům. Označení v souladu s článkem 8.3 TNI je: **RD 40NE**. Protokol výpočtu je uveden v příloze č. 3.

4. Vzduchotechnika – technická zpráva

4.1 Úvod

Předmětem technické zprávy je popis řešení řízeného větrání s rekuperací tepla rodinného domu v Olbramicích, p.p.č. 1250.

Při návrhu byly použity tyto podklady:

- a/ Projekt stavebně konstrukční části
- b/ Příslušné předpisy a normy ČSN
- c/ Technické podklady dodavatele zařízení ATREA, s.r.o. Jablonec nad Nisou

4.2 Parametry objektu

Vzduchotechnický systém je instalován v jednopodlažním nepodsklepeném objektu.

Konstrukční systém stavby – zděná stavba. Parametry větrané části objektu:

plocha větrané části objektu	162 m ²
prostor větrané části objektu	429 m ³
počet trvale žijících osob	3

4.3 Popis instalovaného zařízení

Obytná část objektu je větrána jednotkou DUPLEX 370 EC4.D. Tato jednotka je určena pro komfortní větrání všech typů bytových staveb, zvláště pak pro nízkoenergetické a pasivní rodinné domy a vícepodlažní bytové domy. Systém zajišťuje přívod čerstvého filtrovaného

vzduchu do každé obytné místnosti a současně odtah odpadního vzduchu z WC, koupelen, kuchyně a šaten. Pro fungování celého vzduchotechnického systému je nutné zajistit co nejvyšší těsnost vnější konstrukce té části objektu, která je řízeně větrána s rekuperací tepla. Proto nebudou neinstalovány do obvodových stěn žádné větrací mřížky, ventilátory a klasické kuchyňské digestoře spojené s vnějším okolím. Jejich funkce je nahrazena systémem VZT.

Základní popis:

Ve skříni jednotky z bílého lakovaného plechu s polyuretanovou izolací ($U = 0,63 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) bez tepelných mostů, je vestavěn protiproudý rekuperační výměník z plastu s účinností až 95 % dle [3], dva radiální ventilátory s elektronickým EC řízením, filtr G4 přívodního i odpadního vzduchu, automaticky řízená klapka by-passu, regulační modul a připojovací svorkovnice. Vývod kondenzátu je napojen na potrubí a sveden na podlahu. Přístup do jednotky je otevíracími dveřmi na rychlouzávěry. Napojovací hrdla jsou kruhová pro připojení pružného flexi potrubí. Jednotka je umístěna v místnosti č. 1.05 – technologie.

4.4 Popis technického řešení

Vzduchotechnická jednotka DUPLEX 370 EC4.D je nainstalována v 1.NP v místnosti č. 1.05 - technologie. Jednotka je v podstropním provedení a je zavěšena na závitových tyčích vlepených do stropních panelů. Jednotka bude odvodněna přes sifon PVC potrubím průměru 20 mm do kanalizace – resp. do podlahové vpusti v místnosti technologie.

Ovládací panel vzduchotechnického systému (regulátor) CP 19 RD bude umístěn u vstupu do místnosti č. 1.16 – obývací pokoj. Provoz jednotky je automatický, řízený prvky měření a regulace. V místnosti č. 1.16 – obývací pokoj bude na stropě umístěn snímač CO_2 , v místnostech č. 1.07 a 1.10 – sprcha a koupelna budou umístěny snímače vlhkosti.

Potřebný čerstvý (venkovní) vzduch bude přísáván přes zemní výměník tepla, nebo přímo z venkovního prostoru. Zemní výměník tepla tvoří sací potrubí o průměru 200 mm položené cca 1,8 m pod úroveň terénu v délce cca 43 m. Potrubí ZVT je vyspádováno do revizní šachty. Pro obsyp ZVT bude použita jílovitá zemina min. 300 mm nad horní líc potrubí. Poklop revizní šachty bude vzduchotěsný. Venkovní vzduch je do ZVT přísáván přes nasávací jednotku REHAU s filtrační tkaninou G4. Instalací zemního registru se přiváděný venkovní vzduch v zimě předehřívá a v létě ochlazuje. V přechodném období je přívodní venkovní vzduch nasáván přímo z venkovního prostoru (mimo ZVT). Snímač venkovní teploty bude umístěn na fasádě na severovýchodní straně objektu.

Přiváděný čerstvý vzduch bude v případě potřeby po průchodu rekuperační jednotkou dohříván v instalovaném elektrickém předehříváči EPO V-200/2,1 umístěném za jednotkou na potrubí na konstantních 20 °C.

Přívodní pozinkované kruhové potrubí SPIRO čerstvého vzduchu (průměru DN 100 až DN 200) je vedeno v prostoru mezi podhledem a stropními panely zavěšeno na závitových tyčích a objímkách s pryžovou vložkou. Vzduchovody čerstvého vzduchu pro 1.NP jsou ukončeny v podhledu stropu talířovými ventily s regulací. Distribuce vzduchu mezi místnostmi je umožněna štěrbinami minimálně 8 mm pod dveřmi bez prahů. Tepelně izolována budou pouze potrubí e1 – sání čerstvého venkovního vzduchu.

Zádveří (m.č.1.01), kuchyně (m.č.1.15), koupelny (m.č. 1.07, 1.10), WC (m.č. 1.02, 1.17) a šatny (m.č. 1.08, 1.13) jsou odvětrány podtlakově. Odpadní vzduch z těchto místností je odsáván talířovými ventily u stropu. Odtahové větve realizované v pozinkovaném kruhovém potrubí SPIRO vedené od jednotlivých odvětrávacích míst se před vstupem do vzduchotechnické jednotky spojí a odváděný vzduch předá v rekuperačním výměníku tepelnou energii vzduchu přiváděnému. Potrubí výfuku odpadního vzduchu je opatřeno zpětnou klapkou. Systém větrání navrhuji dvouzónový. Na větvích čerstvého vzduchu do místností č. 1.11 – obývací pokoj a místnosti č. 1.16 – pracovna jsou umístěny uzavírací klapky se servopohony tak, aby bylo možno v případě potřeby přívod čerstvého vzduchu především v období letních tropických nocí do těchto místností uzavřít a využít kapacitu ZVT pro chlazení místností č. 1.09 – ložnice a místnosti č. 1.12 – hostovský pokoj.

Návrh VZT jednotky je přílohou č. 4.

Soupis materiálu je přílohou č. 5.

4.5 Parametry čerstvého a odpadního vzduchu

Čerstvý vzduch bude přiváděn v množství:

- obývací pokoj 1.16:	180 m ³ /h
- pracovna 1.11 (celodenní provoz 1 osoba):	50 m ³ /h
- pokoj pro hosty 1.12 (celodenní provoz 1 osoba):	50 m ³ /h
- ložnice 1.09 (2 osoby):	50 m ³ /h
celkem	330 m ³ /h

Vzduch pro nárazové odvětrání bude odsáván v množství dle ČSN EN 15251, třída 2:

- kuchyně 1.15:	90 m ³ /h
- koupelna 1.07:	54 m ³ /h

- koupelna 1.10:	54 m ³ /h
- WC 1.02:	36 m ³ /h
- WC 1.02:	36 m ³ /h
- šatna 1.08:	20 m ³ /h
- šatna 1.13:	15 m ³ /h
- zádveří 1.01:	25 m ³ /h
celkem	330 m ³ /h

Nad varnou deskou bude osazena cirkulační digestoř s uhlíkovým filtrem bez napojení na venkovní prostředí.

4.6 Vestavěná digitální regulace

VZT jednotka bude osazena vestavěným digitálním modulem regulace. Součástí modulu jsou snímače teploty, výkonové spínací a ochranné prvky, 1x kontaktní vstup a 1x vstup 0 až 10 V umožňující připojení snímačů CO₂, vlhkosti a spínání intenzivního časového provětrání od spínačů pro WC, kuchyň a koupelnu.

Regulátor CP 19 RD umožňuje uživatelsky velmi jednoduché dálkové ovládání s komfortním nastavením veškerých parametrů vzduchotechnického systému.

4.7 Protihluková opatření

Systém splňuje podmínky nařízení vlády č.502/2000 Sb.- o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Vzduchotechnická jednotka bude opatřena ohebnými tlumiči. Ventilátory jsou pružně uloženy. SPIRO potrubí je na VZT jednotku napojeno přes pružné potrubí Aluflex MO. VZT potrubí bude zavěšené na objímkách vyvložkovaných pryží.

4.8 Protipožární opatření

Návrh vzduchotechniky byl zpracován v souladu s ČSN 73 0872 - Požární bezpečnost stavební výroby a ČSN 73 0872 - Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením.

Vzduchotechnická zařízení včetně potrubí a příslušenství budou zhotovena z nehořlavých nebo nesnadno hořlavých hmot. Sání venkovního vzduchu a výfuk odpadního vzduchu budou provedeny podle požadavků požárních norem.

4.9 Požadavky na profese

Elektro a regulace:

Větrací jednotka smí být připojena pouze do pevného zásuvkového rozvodu, který je pravidelně ve lhůtách dle normy ČSN 331500 "Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení" revidován.

Větrací jednotka se musí připojit pouze do zásuvky s ochranným kolíkem. Jednotka smí být provozována v rozsahu teplot větracího vzduchu do +45°C při max. relativní vlhkosti vzduchu do 80 % v prostředí základním, bez nebezpečí požáru nebo výbuchu hořlavých plynů a par. V případě nebezpečí přechodného vniknutí těchto plynů a par do potrubního systému (např. lepení podlah, nátěry) musí být zařízení včas předem vypnuto.

Přívod el. energie a kabeláž:

- přívod (zásuvka) 230 V k Duplex EC (samostatně jištěná v domovním rozvaděči – jistič 10A/ char.C)
- přívod e. energie pro čerpadlo odvodu kondenzátu v revizní šachtě ZVT, příkon 300 W, přechodová krabice s krytím IP 65
- kabelové propojení s jednotkou DUPLEX EC:
 - regulátor CP 19 RD: kabel SYKFY 2x2x0,5
 - externí silové spínací kontakty (vypínače v koupelnách a WC, spínač v kuchyni): kabel CYKY 2Ax1,5
 - snímač CO₂ v místnosti obývacího pokoje: kabel SYKFY 2x2x0,5
 - snímač venkovní teploty: kabel SYKFY 2x2x0,5

Zdravotechnika:

- odvod kondenzátu z VZT jednotky bude proveden z potrubí PVC DN 20 a sveden na podlahu, před vyústěním na podlahu bude provedena proti zápachová uzávěra – sifón
- odvod kondenzátu ze zemního výměníku tepla bude řešen pomocí malého kalového čerpadla instalovaného do revizní šachty doplněno plovákovým spínačem, kondenzát bude čerpán na terén, prostupy pro přípojku elektro a hadici pro odvod kondenzátu budou v plášti šachty vzduchotěsně utěsněny, na výtlačku bude umístěna zpětná klapka nebo bude vytvořena protizápachová uzávěra (sifón).

4.10 Závěr

Po skončení montáže celého zařízení bude provedena funkční zkouška, při které budou měřeny výkonové parametry a bude provedeno správné nastavení regulačních elementů – talířových ventilů pro požadované množství distribuce vzduchu.

5. Zdravotechnika – technická zpráva

5.1 Vodovodní přípojka

Projekt řeší vodovodní přípojku DN 25 (HDPE 32 x 3,0) - SDR 11 pro RD, která bude vybudována na parcele 824/51 objednateli projektu, kteří budou rovněž investory stavby přípojky.

Délka vodovodní přípojky je cca 1,2 m.

Délka venkovní části vnitřního vodovodu je cca 6,0 m.

Napojení projektované přípojky HDPE 32 x 3,0 na stávající vodovodní řád DN 100 PE se provede horní navrtávkou v následující skladbě – elektrotvarovka sedlová – navrtávací odbočkový T-kus s uzavíracím ventilem z PE100, SDR 11 a dále elektroredukce na profil přípojky D32 na parcele č. 1250 – travnatý pás. Cca 1,2 m za vysazením přípojky bude na parcele č. 1250 osazena tubusová vodoměrná šachta Aqua-Geotherm. Od vodoměrné šachty bude potrubí - venkovní část vnitřního vodovodu - vedeno parcelou 1250 k domu a bude ukončeno za obvodovou zdí uzavírací armaturou DN 32.

Pro křížení a souběh s ostatními sítěmi bude dodržena ČSN 73 6005.

Jak již bylo výše uvedeno, přípojka se provede z potrubí vysokohustotního lineárního polyetylénu PE 100 RC - 32 x 3,0 - SDR 11 pro tlak 1 MPa. Přípojka bude při prostupu základem a podlahovou konstrukcí opatřena chráničkou z hladkého PE 75x3,0 a bude zapěněna na obou koncích. Přípojka bude ukončena v nice v kuchyni přechodkou PE - ocel Wegas SDR 11 - 32 x 1“ a bude ukončena za obvodovou zdí uzavírací armaturou DN 32.

Potrubí z HDPE bude spojováno svařováním potrubí pomocí elektrotvarovek.

Hloubka uložení potrubí bude 1,20 - 1,30 m aby byla dodržena nezámrazná hloubka a spád potrubí. Zemní práce provádět ve smyslu ČSN 73 0005, výkop vzhledem k zvolené trase a délce doporučuji provést strojně, pouze místa křížení s jinými sítěmi a místo napojení na vodovodní řád provádět ručně. Po provedení výkopu a jeho vyčištění se provede podsyp pískem v tloušťce 10 cm pod potrubí, na podsyp se provede pokládka potrubí. Po provedení tlakové zkoušky se provede obsyp potrubí a zásyp potrubí pískem v tloušťce 15 cm. Na horní

stranu potrubí bude položen a přichycen izolovaný ochranný vodič CY 1,5 mm². Na pískový posyp se v trase vodovodní přípojky položí výstražná folie bílé barvy š - 250 mm. Zbytek výkopu do úrovně 20 cm pod úroveň terénu se dosype zeminou z výkopu. Zásyp bude hutněn po vrstvách 20 cm na 200 kg/cm². Vrchní úpravy výkopu se provede ornicí s následným zatravněním. Přebytková zemina z výkopu se odveze na skládku nebo bude použita k terénní úpravám na pozemku.

Na potrubí přípojky nutno provést tlakové zkoušky dle ČSN 75 5411 o výsledku zkoušek bude sepsán zápis.

Výpočet potřeby vody dle přílohy č. 12 vyhlášky č. 428 / 2001 Sb.:

průměrná denní potřeba vody 100 l / os.den

počet osob 3 osoby

$$Q_d = 3 \text{ lidé} \times 100 \text{ l / os.den} = 300 \text{ l / den}$$

$$Q_{d_{\max}} = 300 \times 1,5 = 450 \text{ l / den}$$

$$Q_h = 450 : 16 = 28,1 \text{ l / hod}$$

$$Q_{h_{\max}} = (450 : 16) \times 1,8 = 50,6 \text{ l / hod}$$

$$Q_s = 50,6 : 3600 = 0,014 \text{ l / s}$$

Roční potřeba vody 3 osoby po 46 m³ 138 m³

Výpočet průtoku vody přípojkou dle ČSN 73 6655 – OBYTNÉ BUDOVY:

Do výpočtu jsou zahrnuty tyto zařizovací předměty v objektu:

pračka	0,2 l/s	1 ks
myčka	0,2 l/s	1 ks
splachovač	0,1 l/s	2 ks
umyvadlová, dřezová, bidetová baterie	0,2 l/s	7 ks
sprchová baterie	0,2 l/s	2 ks
vanová baterie	0,3 l/s	2 ks

$$Q_d = (\sum(q_i \cdot n_i))^{-2} = ((0,1^2 \cdot 2) + (0,2^2 \cdot 11) + (0,3^2 \cdot 2))^{-2} = (0,64)^{-2} = 0,8 \text{ l/s}$$

Výpočtový průtok navrhovanou přípojkou je 0,8 l/s

Poznámka:

Před zahájením zemních prací investor vytýčí veškerá stávající podzemní vedení, aby v průběhu prací na přípojkách nedošlo k jejich poškození.

5.2 Vnitřní vodovod

Vnitřní rozvod studené pitné vody v RD je napojen na venkovní část vnitřního vodovodu zakončeného uzavírací armaturou v místnosti kuchyně. Odtud je potrubí SPV vedeno k jednotlivým zařízovacím předmětům a k zásobníku na ohřev teplé vody.

Pro přípravu TUV bude sloužit ohřívač vody umístěný v technické místnosti. Návrhy ohřívačů jsou řešeny v rámci projektu ústředního vytápění. Před připojením zásobníku na rozvod vody budou osazeny příslušné armatury dle ČSN 06 0830, tj. uzávěr, zpětný ventil, pojistný ventil (otevřací přetlak 0,6 MPa) a tlakoměr. Rozvod TUV bude řešen s cirkulací.

Rozvod SPV, TUV a cirkulace bude proveden z plastových trub PPR a bude tažen v podlahách a zdivu a bude izolován. Potrubí SPV včetně armatur bude kompletně izolováno navlékací tepelnou izolací tl. 9mm. Potrubí TUV a C včetně armatur bude kompletně izolováno navlékací tepelnou izolací tl. 20mm u potrubí d25 a d32, tl.25mm u potrubí d40 (Mirelon). Tloušťky izolací respektují vyhlášku č.193/2007.

Na fasádě objektu bude rovněž osazen mrazuvzdorný ventily Kemper DN 15.

Montáž vnitřního vodovodu bude provedena autorizovanou firmou s platným oprávněním. Budou dodržovány ČSN, ON a montážní předpisy výrobce potrubí.

Na vnitřních rozvodech bude provedena před zprovozněním tlaková zkouška, proplach a dezinfekce potrubí s odebráním vzorků pro mikrobiologický a mikrochemický rozbor.

5.3 Kanalizační přípojka

Veškeré splaškové a dešťové vody z objektu budou svedeny pomocí vnitřní kanalizace kanalizační přípojkou PVC KG DN150 do revizní šachty DN 400 umístěné na parcele č. 1250 cca 1,5 m za obvodovou zdí objektu. Odtud budou splaškové vody dále vedeny potrubím PVC KG DN150 do jednotné kanalizace DN 300 PVC.

Nová kanalizační přípojka se bude křížit se stávajícím vodovodním potrubím DN100 PVC. Při křížení přípojek a podzemních sítí musí být dodržena ČSN 73 6005o prostorovém uspořádání sítí.

Poznámka:

Před zahájením zemních prací investor vytýčí veškerá stávající podzemní vedení, aby v průběhu prací na přípojkách nedošlo k jejich poškození.

5.4 Vnitřní kanalizace

Jedná se o dopojení zařízovacích předmětů na vnitřní ležatý rozvod kanalizace, který

bude proveden z PVC – KG systém. Pro napojení zařizovacích předmětů bude použito přípojovací HT systém (PPR) a potrubí z Novoduru.

Větrací potrubí (PP) bude vyvedeno 500 mm nad střechu a opatřeno větrací hlavicí DN 100 – stoupačky K1 a K2. V odpadním potrubí jsou instalovány čistící kusy ve svislém úseku. Odpadní potrubí kanalizační v domě bude vedeno v základech a dále přes základový pás do revizní šachty DN 400.

6. Vytápění – technická zpráva

6.1 Úvod

Projekt řeší ekonomické posouzení vytápění nízkoenergetického rodinného domu vč. zdravotně-technických instalací. Rodinný dům je řešen jako nepodsklepený s jedním nadzemním patrem nacházejícím se na parcele č. 1250, katastrální území Olbramice. Vytápění nízkoenergetického rodinného domu je řešeno ve třech variantách a to:

VARIANTA 1 – Podlahové vytápění v kombinaci s topnými tělesy, zdroj tepla elektrokotel, zásobníková příprava TV pomocí elektro ohřevu,

VARIANTA 2 – Vytápění pomocí přímotopných elektrických konvektorů, zásobníková příprava TV je kombinovaná – pomocí elektro ohřevu a solárními kolektory,

VARIANTA 3 – Vytápění pomocí teplovodních podlahových konvektorů. Teplo vyrobené solárními kolektory je předáváno do akumulární nádoby, druhým zdrojem tepla je elektrické topné těleso instalované do akumulární nádrže, TV je připravována ve vnitřním zásobníku TV.

6.2 Ústřední vytápění - všeobecně

Vnitřní teploty ve vytápěných prostorách byly voleny v souladu s ČSN EN 12831, ČSN 73 0540, STN 73 0540 a požadavky hygienických předpisů a požadavky investora.

Tepelné ztráty vytápěných místností objektu byly stanoveny výpočtem v rozsahu ČSN EN 12831, ČSN 73 0540, STN 73 0540 pro tyto předpoklady:

- venkovní výpočtová teplota -15°C
- krajina s normální intenzitou větru
- poloha budovy nechráněná
- provoz vytápění nepřerušovaný

Tepelná ztráta objektu: 5 972 W

Teplota topné vody: 55/45°C

Výpočet tepelných ztrát pro potřeby návržení zdroje tepla dle ČSN EN 12831 jsem provedl v programu ZTRÁTY. Protokol výpočtu po měsících je uveden v příloze č. 6.

Pro posouzení ukazatelů energetické náročnosti rodinného domu jsem zpracoval průkaz energetické náročnosti budovy. Podle celkové dodané energie je objekt zařazen do kategorie B – velmi úsporná. Podle spotřeby neobnovitelné primární energie je zařazen do kategorie E – nevhodná. To je podle mého názoru dáno využitím el. energie k vytápění. Průkaz je uveden v příloze č. 10.

Návrh a výpočet ohřevu TV

- výpočet dle ČSN EN 15316-1,2,3 Tepelné soustavy v budovách

$$Q_{pc} = (1 + p) \times n \times V \times \rho \times c (t_2 + t_1) \times 3,6 \times 10^6$$

$V = 0,04 \text{ m}^3/\text{den}$ průměrná denní potřeba teplé vody na jednotku

$n = 3 \text{ osoby}$ počet jednotek

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ hustota vody

$c = 4187 \text{ J/(kg. K)}$ měrná tepelná kapacita vody

$t_2 = 55 \text{ °C}$ požadovaná teplota teplé vody

$t_1 = 10 \text{ °C}$ teplota studené vody

$$Q_{pc} = (1 + 0,3) \times 3 \times 0,04 \times 1000 \times 4187 (55 + 10) \times 3,6 \times 10^6$$

$$Q_{pc} = 8,16 \text{ kWh/den}$$

$$Q_{pc} = 2\,980,13 \text{ kWh/rok}$$

Celková potřeba tepla na ohřev TV je 2.980 kWh/rok.

6.2.1 Ústřední vytápění – VARIANTA 1

ZDROJ TEPLA

Dodávka tepla pro zabezpečení návrhové vnitřní teploty θ_i je zajištěna elektrokotlem Protherm RAY 6K. Z tohoto zdroje tepla je topná voda pomocí oběhového čerpadla (součástí kotle včetně expanzní nádoby) distribuována rozvody umístěnými v podlaze do dvou okruhů. Jeden okruh zásobuje ocelová desková otopná tělesa a otopné žebříky. Druhý okruh tvoří okruh podlahového vytápění. Z rozdělovače je napojeno 8 topných smyček podlahového vytápění. Zabezpečovací zařízení je tvořeno tlakovou nádobou s membránou o objemu 8 l a

pojistným ventilem s otvácím přetlakem 250 kPa – součást kotle. Musí být dodržena veškerá dotčená ustanovení ČSN 06 0830 Zabezpečovací zařízení pro ÚT a přípravu TV.

K zajištění teplé vody navrhuji v této variantě využít elektrický ohříváč vody o objemu 200 litrů. Před připojením zásobníku na rozvod vody budou osazeny příslušné armatury dle ČSN 06 0830, tj. uzávěr, zpětný ventil, pojistný ventil (otevírací přetlak 0,6 MPa) a tlakoměr, tlaková expanzní nádoba pro pitnou vodu 12 l. Rozvod TV bude řešen s cirkulací.

PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ

Vybrané místnosti v rodinném domě budou vybaveny systémem podlahového vytápění. V ostatních místnostech jsou navržena desková otopná tělesa resp. topné žebříky.

V technické místnosti, ve skříňce na zdi, bude umístěn rozdělovač a sběrač pro teplovodní podlahové vytápění (dále jen rozdělovač). Rozměry níky pro skříňku rozdělovače budou určeny na místě. Od rozdělovače bude vedeno osm topných podlahových okruhů do jednotlivých místností. Topné okruhy vedené v podlaze místnosti č. 1.05 a 1.04 budou opatřeny chráničkou, aby nedocházelo k přetápění těchto místností.

Topné trubky podlahového vytápění budou umístěny na systémové izolační desce TH 30 P s ochrannou fólií firmy IVAR. Požadavky na skladby podlah s podlahovým vytápěním viz. výkres řez podlahou s podlahovým vytápěním.

Je navržen podlahový systém AlPex – plastové trubky ALPEX 16x2 s utěsněním proti kyslíku dle DIN 4726. Trasy vedení trubek a rozteče jsou zřejmé z půdorysu. Délky jednotlivých tras musí být dodrženy.

Teplota topné vody je pro minimální venkovní teploty navržena max. 50/40°C (max. povolená teplota topné vody do systému podlahového vytápění je 52°C, na tuto teplotu bude nastaven havarijní termostát topné vody, při jejím dosažení se automaticky vypne příslušné oběhové čerpadlo a stav může být opticky nebo akusticky signalizován). Za pevnostní vlastnosti podlah a jejich uzavření zodpovídá prováděcí firma stavby.

Při pokládání podlahového vytápění je nutno dodržet některé důležité zásady, zejména:

- zajistit možnost řádného odvětrání celého systému (odvětrání nejvyšších míst, tj. rozdělovače a sběrače);
- dodržet předepsanou rozteč topných trubek v jednotlivých místnostech (viz údaje na výkresech), zhuštění je možno provést u vnějších stěn;
- řádně provést dilatační spáry (každá místnost samostatně), topné trubky v místech dilatačních spár vložit do chrániček s min. přesahem 30 cm na každou stranu - dilatace řeší stavební část projektu;

- je nutno zajistit dilataci dlažeb (příp. jiných povrchových vrstev podlahy) - rozdělit na plochy cca 2,5 m² spárováním pružným tmelem, stejně tak spárovat pružným tmelem spáru mezi vlastní dlažbou a obklady stěn, vany apod.;
- je nutno zajistit, aby nedošlo dilatačními posuny podlahy k mechanickému poškození topných trubek, použít plastifikátor do betonu;
- jako povrchovou vrstvu na podlahu je nutno používat vrstvu s větší tepelnou propustností - přednostně dlažby, při použití textilních krytin (koberců) je nutno volit lehké a tenké tkaniny;
- najíždění celého systému na plnou teplotu je nutno provádět velmi pomalu až do úplného vysušení betonové mazaniny, povrchovou vrstvu podlahy položit až po úplném vysušení;
- při pokládce topných trubek je nutno koordinovat pokládku s ostatními rozvody, je nutno respektovat min. povolený poloměr ohybu dle požadavků výrobce. Při provádění podlahového topení zdůrazňuji respektovat ČSN EN 1264;
- návrh tras podlahového vytápění byl proveden na základě dostupných údajů o interiérovém řešení RD;
- před pokládkou je nutno zohlednit skutečné rozmístění nábytku a zařizovacích předmětů (není nutno, pokud bude nábytek na nožkách min. výšky 70 mm), plochy místností umožňují položení podlahového vytápění jiným způsobem (tj. mimo nábytek a zařizovací předměty uložené přímo na podlaze).

Na rozdělovačích jednotlivých topných okruhů budou instalovány termoelektrické hlavice. Na přívodním potrubí budou pro snazší zaregulování jednotlivých okruhů osazeny průtokoměry.

OTOPNÁ TĚLESA

V místnostech č. 1.04, 1.09, 1.11 a 1.12 jsou navržena desková otopná tělesa Radik ventil kompakt (spodní připojení na otopnou soustavu) a v místnostech č. 1.07 a 1.10 jsou navrženy trubkové otopné tělesa Korado Rondo max (žebřík) v kombinaci s podlahovým vytápěním. Trubkové těleso v koupelně bude vybaveno i elektrickou vložkou pro sušení ručníků v létě.

Desková otopná tělesa budou na rozvody ÚT dopojena kompaktní připojovací armaturou Vekolux DN 15. Těleso bude opatřeno termostatickou hlavici. Topné žebříky budou v přívodu osazeny termostatickým ventilem V-Exact DN 15 vč. termohlavice a ve vratu uzavíratelným regulačním šroubením Regulux DN 15.

6.2.2 Ústřední vytápění – VARIANTA 2

ZDROJ TEPLA

Dodávka tepla pro zabezpečení návrhové vnitřní teploty θ_i je zajištěna přímotopy (elektrickými konvektory) ATLANTIC F117-D o výkonu 500 W a 1000 W a elektrickými topnými rohožemi. K zajištění teplé vody navrhují v této variantě využít zásobníkový ohřívač vody Regulus RBC 200 o objemu 200 litrů s jedním výměníkem, do kterého budou teplo předávat solární kolektory. Dohřev bude řešen vnořenou elektropatronou.

V domě bude instalován nový solární pro plochou střechu. Solární set sestává z zásobníkový ohřívač vody Regulus RBC 200 o objemu 200 litrů s jedním výměníkem, trojice solárních trubicových kolektorů Regulus KTU 10 s plochou apertury jednoho kolektoru 0,93 m² a čerpadlové skupiny s regulací. Celková plocha apertury kolektoru bude 2,79 m². Trubicové kolektory jsou umístěny v nezastíněném prostoru části ploché střechy a orientovány na Jih (azimut 0°) sklon 45°. Zapojení kolektorů sériově. Solární okruh provedený z Cu trub je veden do technické místnosti a je opatřen odolnou kaučukovou izolací.

Ohřev TV je řešen pomocí trojice solárních panelů Regulus KTU 10 umístěných na střechě domu pomocí uchycení na plochou střechu. Uchycení na ploché střechě je pomocí zátěžových van. Při montáži kolektorů nebude zasahováno do nosné konstrukce domu ani do nosných prvků střechy. Uvnitř objektu v technické místnosti je instalován zásobníkový ohřívač vody Regulus RBC 200 o objemu 200 litrů. Dohřev TUV bude řešen pomocí vnořené elektro topné vložky 2,2 kW.

Zabezpečovací zařízení solárního okruhu bude tvořeno expanzní nádobu 18l s pojistným ventilem. Musí být dodržena veškerá dotčená ustanovení ČSN 06 0830 Zabezpečovací zařízení pro ÚT a přípravu TUV.

Rozvod teplé vody je řešen s cirkulací. Cirkulační čerpadlo je řízené pomocí teploty vody a s časovým programem. Na rozvody studené vody, cirkulace a teplé vody bude zásobník dopojen pomocí PPR potrubí s příslušnou izolací mirelon. Na výstupu ze zásobníku bude instalován termostatický směšovací ventil.

ELEKTRICKÉ PŘÍMOTOPY

V rodinném domě budou na základě výpočtu tepelných ztrát instalovány pod okny v jednotlivých vytápěných místnostech elektrické přímotopy. V místnostech 1.2,1.17,1.7 a 1.10 budou v podlaze instalovány elektrické topné rohože.

6.2.3 Ústřední vytápění – VARIANTA 3

ZDROJ TEPLA

Hlavním zdrojem tepla pro vytápění rodinného domu a ohřev teplé vody (TV) bude solární ohřev pomocí 5 kusů trubicových vakuových solárních kolektorů KTU 10 s plochou apertury jednoho kolektoru 0,93 m². Celková plocha apertury kolektoru bude 4,65 m². Pro případ nízkého výkonu solárního výměníku, budou do zásobníku instalována dvě elektrická topná tělesa. Jedno AC a jedno DC. Systém je doplněn o hybridní fotovoltaickou elektrárnu. Na střeše objektu bude instalováno 24 fotovoltaických panelů. Každý s výkonem 200 Wp (watt peak). Jedná se o speciální trubicové panely, které zachycují přímé, rozptýlené a odražené sluneční světlo po celém 360 stupňovém fotovoltaickém povrchu. Solyndra panely mohou být orientovány téměř jakýmkoliv směrem a výrazně blíže k sobě než standardní skloněné panely. Tím, že unikátní trubicové provedení umožňuje větru průchod skrz panely, není nutné žádné další zatížení nebo kotvení do rychlosti větru až 208 km/hod. Důležitou součástí zařízení je akumulační nádoba topné vody s vnořeným zásobníkovým ohříváčem teplé vody TV.

BIVALENTNÍ ZDROJ - ELEKTROOHŘEV

V době nízkého slunečního záření bude plnit funkci zdroje tepla bivalentní zdroj energie – dvě elektrické vložky o topném výkonu 6 kW. Spouštění tohoto doplňkového zdroje tepla zajistí systém MaR (v době poklesu teploty topné vody v akumulační nádobě pod stanovenou mez) – ovšem s ohledem na požadavek max. ročního využití solárního systému. Elektrická topná tělesa budou umístěna do akumulační nádoby.

AKUMULACE TEPLA

Pro přijímání tepla a přitápění pomocí solární soustavy je navržena instalace akumulačního zásobníku tepla REGULUS DUO-E 1000/220 (o objemu 1000/220 l). Nádoba bude umístěna v technické místnosti. Akumulační nádoba zajistí hospodárný provoz nezávisle na okamžité potřebě tepla. K nádobě budou dopojeny rozvody topné vody a solární soustava. Z nádoby bude vyvedena topná větev pro RD dle přiloženého schématu zapojení. Akumulační nádoba bude vybavena dvěma elektrickými topnými vložkami o výkonu 6 kW – bivalentní zdroj. U akumulační nádoby bude umístěna 50 l expanzní nádoba.

STROJOVNA ÚT

Strojevna rodinného domu bude umístěna v 1.NP – technická místnost. Ve strojovně bude umístěna akumulační nádrž s vnořeným zásobníkovým ohříváčem TV REGULUS

DUO-E 1000/220, expanzní nádoba o velikosti 50 l (typ REFLEX, ZILMET, EXPANZOMAT apod.) třicestný směšovač a cirkulační čerpadlo topného okruhu. Dále expanzní nádoba pitné vody 12 l, solární hnací jednotka a solární expanzní nádoba 18l.

Topná větev bude vzhledem k teplotě topné vody 55/45°C se směšováním.

SOLÁRNÍ SYSTÉM

Na střeše rodinného domu bude instalováno 5 ks solárních plochých kolektorů. Kolektory jsou umístěny v nezastíněném prostoru a orientovány na J (azimut 0°) sklon 45°. Zapojení kolektorů sériově. Solární okruh je veden do technické místnosti a je opatřen odolnou kaučukovou izolací. V domě bude instalována akumulární nádoba s vnořeným zásobníkovým ohřívačem teplé vody.

Ohřev topné vody (přítápění) a teplé vody je řešen pomocí pětice solárních panelů Regulus KTU 10 umístěných na střeše objektu pomocí uchycení na plochou střechu. Při montáži kolektorů nebude zasahováno do nosné konstrukce domu ani do nosných prvků střechy. Uvnitř objektu v technické místnosti je instalována čerpadlová skupina vč. regulace a solární zásobník REGULUS DUO-E 1000/220 (objem 1000 l, 880 l – topná voda + 220 l – teplá voda) s vnořeným zásobníkem teplé vody. Dohřev TV bude řešen pomocí elektropatrony AC 6kW nebo elektropatrony DC 6 kW.

Zabezpečovací zařízení solárního okruhu bude tvořeno expanzní nádobu 24 l s pojistným ventilem. Zabezpečovací zařízení topného okruhu – zásobníku bude tvořeno expanzní nádobu 50 l s pojistným ventilem. Musí být dodržena veškerá dotčená ustanovení ČSN 06 0830 Zabezpečovací zařízení pro ÚT a přípravu TUV.

AUTOMATICKÁ REGULACE SOLÁRNÍHO SYSTÉMU

Pro ovládání solárního systému bude využito regulačního zařízení dodavatele solárního setu. Automatika zajistí max. využití solárních zisků pro přítápění v akumulární nádobě a ohřev TV v zásobníkovém ohřívači na nastavenou teplotu.

ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Dle ČSN 06 0830 je pro sekundární okruh navržen pojistný ventil - PV 2518 (DN 25, otevírací přetlak 180 kPa). Na sekundární straně tepelného čerpadla bude instalována expanzní uzavřená nádoba o velikosti 50 l (typ REFLEX, ZILMET, EXPANZOMAT apod.). Expanzní nádoba bude umístěna přímo ve strojovně. Další pojistné ventily PV 2518 budou na

topné větvi z akumulční nádoby a na větvi pro dopuštění ÚT. Navržena je i instalace tlakoměrů. Umístění - viz schéma.

OHŘEV TV

Teplá voda (TV) pro RD bude připravována ve vnořeném 220 litrovém zásobníku REGULUS DUO-E 1000/220 (o objemu 220 l), který zajistí přenos tepla ze solární soustavy. Součástí zásobníku bude elektrická topná vložka o výkonu 6 kW. Ohřev bude probíhat přímým vnořením ohříváče do topné vody v zásobníku. Teplota TV se nastaví na regulátoru v rozmezí 45 až 55 °C. Doporučuje se alespoň jednou týdně zvýšit teplotu TV na 60 – 65 °C po dobu 1 hodiny pro odstranění bakterií v bojleru. Ohříváč bude umístěný ve strojovně u obvodové stěny.

TEPLOVODNÍ KONVEKTORY

V rodinném domě budou na základě výpočtu tepelných ztrát instalovány v jednotlivých vytápěných místnostech teplovodní podlahové konvektory s ventilátorem. Jsou navrženy tyto konvektory MINIB s ventilátorem:

- podlahové - MINIB coil T50 s ventilátorem
- podlahové do mokrého prostředí - MINIB coil TO85 s ventilátorem – místnosti č. 1.07 a 1.10.
- podokenní – MINIB coil NK1.

Teplovodní konvektory budou na rozvody ÚT dopojeny v přívodu termostatickým ventilem V-Exact DN 15 vč. termohlavice a ve vratu uzavíratelným regulačním šroubením Regulux DN 15.

ROZVODNÉ POTRUBÍ

Potrubí v rodinném domě je navrženo měděné. Oběh topné vody pro topení bude zajišťovat oběhové čerpadlo. Teploměry je nutno umístit dle ČSN.

MATERIÁL, VŠEOBECNÉ ZÁSADY

Potrubí vedené po stěně technické místnosti je nutno umístit na konzoly a závěsy tak, aby se jejich tíha a dilatační síly nepřenášely na armatury. Veškeré potrubí je nutno vést ve spádu 0,4% pro odvzdušnění a vypouštění. Nejvyšší místa opatřit odvzdušňovacími ventily (automatickými), nejnižší vypouštěcími kohouty (kulovými). Konzoly, závěsy, pevné body a další prvky pro uchycení potrubí je nutno uchytit na nosné části stavební konstrukce. Minimální rozteč konzol měděného potrubí musí být dle následující tabulky č. 4.

Tabulka 4 – rozteče konzol pro potrubí

vnější průměr	NEIZOLOVANÉ	IZOLOVANÉ
15	1,25 m	1 m
18	1,5 m	1,25 m
22	2 m	1,7 m
28	2,25 m	1,9 m
35	2,75	2,35 m
42	3 m	2,65 m

TEPELNÉ IZOLACE A NÁTĚRY

Veškeré rozvody topné vody musí být řádně tepelně zaizolovány, parotěsně, tj. s lepenými spoji např. ARMAFLEX AC nebo AF tloušťky min. 9 mm. Ostatní rozvody (v podlaze) budou tepelně izolovány termoizolačními trubicemi MIRELON tl. 20 mm. Tepelná izolace potrubí v podlahách je součástí zabezpečení kompenzačních poměrů. Alternativně může být použito měděného předizolovaného potrubí. Ocelové části (konzoly) budou pozinkovány a realizovány ve stavebnicovém systému Hilti.

6.3 Závěr

Projekt je vypracován v souladu s platnými předpisy a normami ČSN, zejména:
ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov
ČSN 06 0830 - Zabezpečovací zařízení
ČSN 06 0310 - Ústřední vytápění - projektování a montáž
Při provádění podlahového topení zdůrazňuji respektovat ČSN EN 1264.

Doporučuji projekt dodržet, změny konzultovat s projektantem. Při realizaci dbát na platné bezpečnostní předpisy. Montáž musí provádět odborná firma dle ČSN 06 0310 a ČSN 06 0830.

7. Ekonomické posouzení jednotlivých variant vytápění

7.1. Popis variant

7.1.1 Popis varianty 1

Tuto variantu navrhuji jako „tradiční variantu“, jejíž rozmach začal zkvalitněním výroby potrubí pro podlahové vytápění – PB – polybutenových a PE-Xc – polyetylenových a vývojem směsí (anhydritový a cementových) pro roznášecí vrstvy podlah. Kombinaci dlažby jako nášlapné vrstvy s podlahovým vytápěním považuji za nejvhodnější řešení. V mém

případě jsem jako zdroj tepla navrhl elektro kotel, jelikož zdroj jiného uživatelsky přívětivého média není v lokalitě dostupný.

Dodávka tepla pro zabezpečení návrhové vnitřní teploty θ_i je zajištěna elektrokotlem Protherm RAY 6K. Z tohoto zdroje tepla je topná voda pomocí oběhového čerpadla (součástí kotle včetně expanzní nádoby) distribuována rozvody umístěnými v podlaze do dvou okruhů. Jeden okruh zásobuje ocelová desková otopná tělesa a otopné žebříky. Druhý okruh tvoří okruh podlahového vytápění. Z rozdělovače je napojeno 8 topných smyček podlahového vytápění. K zajištění teplé vody navrhuji v této variantě využít elektrický ohřivač vody o objemu 200 litrů.

7.1.2 Popis varianty 2

Druhou variantu považuji za „ekonomickou“ variantu ve způsobu zajištění vytápění objektu. Je to bezesporu nejlevnější možná varianta. Pro snížení celkové potřeby primární energie jsem v této variantě pro přípravu TV zvolil kombinovaný systém. Výroba TV je zajišťována solárními kolektory doplněnými o topné těleso.

Dodávka tepla pro zabezpečení návrhové vnitřní teploty θ_i je zajištěna přímotopy (elektrickými konvektory) ATLANTIC F117-D o výkonu 500 W a 1000 W. K zajištění teplé vody navrhuji v této variantě využít zásobníkový ohřivač vody Regulus RBC 200 o objemu 200 litrů s jedním výměníkem, do kterého budou teplo předávat solární kolektory. Navrhuji instalaci 3 kusů trubicových vakuových solárních kolektorů KTU 10 s plochou apertury jednoho kolektoru $0,93 \text{ m}^2$. Celková plocha apertury kolektoru bude $2,79 \text{ m}^2$. Tento typ volím především z důvodu vysoké účinnosti. Pro případ nízkého výkonu solárního výměníku, bude do zásobníku instalováno elektrické topné těleso s termostatickou hlavicí.

V místnostech č. 1.02,1.07,1.10 a 1.17 bude zdrojem tepla elektrická topná rohož instalovaná pod nášlapnou vrstvu – dlažbu. Zvolil jsem rohože s výkonem 100 W/m^2 pro WC a 160 W/m^2 pro sprchu a koupelnu.

7.1.3 Popis varianty 3

Tato varianta je technologicky nejnáročnější. Využívá největší měrou obnovitelné zdroje energie a tím získává největší nezávislost na vnějších zdrojích energie.

Dodávka tepla pro zabezpečení návrhové vnitřní teploty θ_i je zajištěna z několika zdrojů:

A) prostřednictvím solárního ohřevu

Navrhuji instalaci 5 kusů trubicových vakuových solárních kolektorů KTU 10 s plochou apertury jednoho kolektoru $0,93 \text{ m}^2$. Celková plocha apertury kolektoru bude $4,65 \text{ m}^2$.

B) elektrickými topnými tělesy

Pro případ nízkého výkonu solárního výměníku, budou do zásobníku instalována dvě elektrická topná tělesa. Jedno AC a jedno DC. Systém je doplněn o hybridní fotovoltaickou elektrárnu. Na střeše objektu bude instalováno 24 fotovoltaických panelů typu Solyndra. Každý s výkonem 200 Wp. Jedná se o speciální trubicové panely, které zachycují přímé, rozptýlené a odražené sluneční světlo po celém 360 stupňovém fotovoltaickém povrchu. Solyndra panely mohou být orientovány téměř jakýmkoliv směrem a výrazně blíže k sobě než standardní skloněné panely. Tím, že unikátní trubicové provedení umožňuje větru průchod skrz panely, není nutné žádné další zatížení nebo kotvení do rychlosti větru až 208 km/hod.

Princip zapojení: Srdcem systému bude zásobníková nádrž DUO E-1000/220. Tato nádrž s vnořeným zásobníkem teplé vody, ocelovým topným výměníkem pro připojení solárních kolektorů a topným výměníkem přímo v zásobníku TV umožňuje připojení dvou elektrických topných těles. Na tuto nádrž bude připojen na spodní topný výměník solární okruh tvořící 5 trubicových solárních kolektorů. Jedno topné AC těleso bude napojeno na veřejnou síť. Toto těleso bude jako „havarijní“ používáno v době, kdy nebude dostatek tepla kryt z fotovoltaiky ani solárními panely. V letním období ve dnech intenzivního slunečního svitu bude potřeba tepla na výrobu TV kryta solárním systémem. Elektrická energie vyrobená fotovoltaikou bude ukládána do bateriek. V případě maximálního nabití baterií bude přebytek el. energie ukládán do vody v zásobníkové nádrži druhým DC topným tělesem.

K přenosu tepla do jednotlivých místností budou v této variantě použity teplovodní konvektory s ventilátorem:

- podlahové - MINIB coil T50 s ventilátorem
- podlahové do mokrého prostředí - MINIB coil TO85 s ventilátorem – místnosti č. 1.07 a 1.10.
- podokenní – MINIB coil NK1.

7.2 Pořizovací náklady

Pořizovací náklady jsou rozděleny do jednotlivých variant. Zdrojem informací pro zpracování nákladů byl internet [5], nabídky dodavatelů [4] a odborný odhad. Ceny jsou uváděny včetně

21 % DPH. V kalkulacích není uvažováno s žádnou dotací nebo podporou z programů typu Nová zelená úsporám.

Pořizovací náklady varianty č.1:

Náklady na dodávku a montáž varianty č. 1 uvádím přehledně v tabulce č. 5. V této variantě jsem zohlednil sníženou cenu za dodávku podlahového polystyrenu, která je v konstrukci podlahy nahrazena systémovou deskou.

Tabulka 5 – vyčíslení pořizovacích nákladů varianty č. 1 v Kč

zařízení	jednotka	cena za jednotku	množství	cena celkem	poznámka
Protherm RAY 6K	kus	12 555	1	12 555	včetně vestavěného oběhového čerpadla a expanzní nádoby
elektrický ohřívač vody OKHE SMART 160	kus	6 380	1	6 380	
rozvody podlahového vytápění - Al-Pex	bm	35	800	28 000	AIPEX 16x2
rozdělovač s příslušenstvím	kus	12 000	1	12 000	
otopná tělesa - plochá VK	kus	4 200	4	16 800	místnosti č.: 4,9,11,12
otopná tělesa - žebříky KRM	kus	3 000	2	6 000	místnosti č.: 7,10
systémová deska pro podlahové vytápění	m ²	319	140	44 660	
elektroinstalace pro kotel	sada	10 000	1	10 000	
potrubní propojení kotel - boiler	sada	5 000	1	5 000	včetně arnatur
montáž	sada	50 000	1	50 000	
EPS styrotherm plus 150 S	m ²	-34	140	-4 760	zohlednění systémové desky 30 mm
CELKEM				186 635	

Pořizovací náklady varianty č.2:

Tabulka 6 – vyčíslení pořizovacích nákladů varianty č. 2 v Kč

zařízení	jednotka	cena za jednotku	množství	cena celkem	poznámka
přímotop Atlantic F117-D - 500 W	kus	1 758	4	7 032	
přímotop Atlantic F117-D - 750 W	kus	1 879	1	1 879	
přímotop Atlantic F117-D - 1000 W	kus	1 954	3	5 862	
sluneční kolektor KTU 10	kus	14 883	3	44 649	
trojúhelníková podpěra	kus	2 020	4	8 435	4 ks podpěr a 1 ks vzpěra
sada pro uchycení a propojení 3 kolektorů	kus	4 223	1	4 223	

čerpáková skupina s regulátorem S1 STDC	kus	12 087	1	12 087	
expanzní nádoba + montážní materiál	sada	5 000	1	5 000	
zásobník TV s jedním výměníkem RBC 200	kus	20 570	1	20 570	
topné těleso 2,2 kW s termostatickou hlaví	kus	3 933	1	3 933	Regulus
elektroinstalace pro přímotopy	sada	15 000	1	15 000	
potrubní propojení kolektory - zásobník	sada	5 000	1	5 000	včetně armatur
montáž	sada	20 000	1	20 000	
elektrické topné rohože 100 W/m2	m ²	1 550	5	7 750	místnosti č.:2,17
elektrické topné rohože 160 W/m2	m ²	1 680	10	16 800	místnosti č.:7,10
CELKEM				178 220	

Náklady varianty č.3:

Tabulka 7 – vyčíslení pořizovacích nákladů varianty č. 3 v Kč

zařízení	jednotka	cena za jednotku	množství	cena celkem	poznámka
sluneční kolektor KTU 10	kus	14 883	5	74 415	
trojúhelníková podpěra	kus	2 020	6	12 475	6 ks podpěr a 1 ks vzpěra
sada pro uchycení a propojení 5 kolektorů	kus	7 599	1	7 599	
čerpáková skupina s regulátorem S1 STDC	kus	12 087	1	12 087	
expanzní nádoba + montážní materiál	sada	5 000	1	5 000	
akumulační nádrž DUOE 1000/220	kus	61 589	1	61 589	
topné těleso 6 kW s termostatickou hlaví - AC	kus	5 675	1	5 675	
topné těleso 6 kW - DC	sada	1 997	1	1 997	měníč Victron 5000
čerpáková sada, expanzomaty	sada	10 000	1	10 000	
potrubní zapojení konvektorů - materiál	sada	5 000	1	5 000	včetně armatur
teplovodní konvektory	kus	10 000	10	100 000	průměrná cena podlahových a podokenních konvektorů
montáž	sada	30 000	1	30 000	
hybridní fotovoltaická elektrárna	kus	342 000	1	325 651	DPH 15 %
CELKEM				651 488	

Porovnání pořizovacích cen jednotlivých variant uvádím ve sloupcovém grafu.

Graf 1 – porovnání pořizovacích nákladů jednotlivých variant



Z grafu je patrné, že nejnižší pořizovací cena je dosažena u varianty č. 2. Rozdíl v pořizovacích nákladech mezi variantou č. 2 a 1 je 8.415,- Kč. Nejnákladnější variantou z pohledu pořizovacích nákladů je varianta č. 3.

7.3 Spotřeby energií u jednotlivých variant

Porovnávat budu potřebu tepla na vytápění a potřebu tepla na přípravu teplé vody.

Podklady pro výpočet:

- počet osob v rodinné domě: 3
- ceny za el. energii dle ceníku produktů silové elektřiny ČEZ Prodej, s.r.o. – produktová řada aTarif, platný od 1.1.2014 jsou uvedeny v tabulce č. 8.

Ve výpočtech budu uvažovat podíl vysokého a nízkého tarifu v tomto poměru:

- tarif Aku 16 – 8 : 16
- tarif Přímotop – 4 : 20

Roční cena za rezervovaný příkon a platbu obchodníkovi je:

- tarif Aku 16: $3.708 + 145,20 = 3.853,20$ Kč
- tarif Přímotop: $4.356 + 145,20 = 4.501,20$ Kč

Tyto náklady budou zahrnuty do výpočtu v rozsahu ze 4/5.

Tabulka 8 – vybrané ceny tarifů el. energie

	cena v Kč za 1 MWh včetně DPH - doprava + obchod	
název tarifu	vysoký tarif	nízký tarif
Aku 16	3 047	2 211
Přímotop	2 841	2 356

Pro výpočet použiji hodnoty z protokolu programu Energie 2014: *výpočet energetické náročnosti a průměrného součinitele prostupu tepla nízkoenergetických rodinných domů*, který je uveden v příloze č. 3.

Do výpočtu nezahrnuji pomocné energie na vytápění a přípravu TV. Pokud bych považoval za největší spotřebiče el. energie oběhová čerpadla, tak v tomto ohledu by byla nejspornější varianta 2, u které navrhuji čerpadlo solárního okruhu a čerpadlo cirkulace TV. Varianty 1 a 3 obsahují každá 3 oběhová čerpadla.

Účinnost systémů u všech tří variant považuji za shodnou, z tohoto důvodu není ve výpočtu zohledněna. Teplo, i to ztrátové, vzniká ve vytápěné zóně a lze s ním tedy uvažovat v celkových bilancích.

spotřeba energie na vytápění: $Q_{f,H} = 9,513 \text{ MWh/rok}$

spotřeba energie na přípravu TV: $Q_{f,W} = 2,498 \text{ MWh/rok}$

Varianta č. 1:

- Výpočet nákladů na vytápění:

$$C_{QH} = \frac{9,513}{24} \times 8 \times 3047 + \frac{9,513}{24} \times 16 \times 2211 = 9.665 + 14.022 = 23.687 [\text{Kč}]$$

- Výpočet nákladů na přípravu TV:

$$C_{QW} = \frac{2,498}{24} \times 8 \times 3047 + \frac{2,498}{24} \times 16 \times 2211 = 2.537 + 3.682 = 6.219 [\text{Kč}]$$

- roční náklady na vytápění a přípravu TV: $23.687 + 6.219 = 29.906,- \text{ Kč}$
- $4/5 \times 3.853,20 = 3.082,60 \text{ Kč}$
- celkové roční náklady na vytápění a ohřev TV: $29.906 + 3.082,6 = 32.988,60 \text{ Kč}$

Varianta č. 2:

Celkové roční náklady na vytápění a přípravu TV vychází z výpočtu varianty 1, ale se změněnými tarify. Celkové náklady příznivě ovlivní výroba TV navrženými solárními kolektory. Pro výpočet zisků solárního systému jsem použil program pro: *Bilanci solárních*

termických systémů pro potřeby programu Nová zelená úsporám. Protokol výpočtu je uveden v příloze č. 7.

- Výpočet nákladů na vytápění:

$$C_{Q_{FH}} = \frac{9,513}{24} \times 4 \times 2841 + \frac{9,513}{24} \times 20 \times 2356 = 4.504 + 18.677 = 23.181 [Kč]$$

- Výpočet nákladů na přípravu TV:

$$C_{Q_{FW}} = \frac{2,498}{24} \times 4 \times 2841 + \frac{2,498}{24} \times 20 \times 2356 = 1.183 + 4.904 = 6.087 [Kč]$$

- roční náklady na vytápění a přípravu TV: $23.181 + 6.087 = 29.268,-$ Kč
- celkový využitelný zisk solárního systému $Q_{ss,u} = 1.667$ kWh/rok
- výpočet úspory nákladů na výrobu TV:

$$C_{Q_{ss}} = \frac{1,667}{24} \times 4 \times 2841 + \frac{1,667}{24} \times 20 \times 2356 = 789 + 3.273 = 4.062 [Kč]$$

- roční náklady na vytápění a přípravu TV se započítáním zisku solárního systému:
 $29.268 - 4.062 = 25.206,-$ Kč
- $4/5 \times 4.501,20 = 3.601,-$ Kč
- celkové roční náklady na vytápění a ohřev TV: $25.206 + 3.601 = 28.807,-$ Kč

Varianta č. 3:

Celkové roční náklady na vytápění a přípravu TV vychází z výpočtu varianty 1. Celkové náklady příznivě ovlivní výroba TV navrženými solárními kolektory a výroba el. energie hybridní fotovoltaickou elektrárnou. Pro výpočet zisků solárního systému jsem použil program pro: *Bilanci solárních termických systémů pro potřeby programu Nová zelená úsporám.* Protokol výpočtu je uveden v příloze č. 8.

Zisk fotovoltaické elektrárny vychází z těchto předpokladů:

- výroba na nezastíněném stanovišti jih, 35 stupňů max. 3480 kWh ročně, min. 696 Wh denně, max. 28,0 kWh denně
- denní průměr: březen až září 12,0 kWh/d
- únor, říjen 6,0 kWh/d
- listopad, prosinec, leden 3,2 kWh/d
- zásoba energie v bateriích - 8 kWh,
- výkon měniče a průměrný denní zisk energie stačí na provoz jakéhokoliv spotřebiče v domácnosti, trvale 4,5 kW, špička 8kW.

- Výpočet nákladů na vytápění:

$$C_{Q_{FH}} = \frac{9,513}{24} \times 8 \times 3047 + \frac{9,513}{24} \times 16 \times 2211 = 9.665 + 14.022 = 23.687 [Kč]$$

- Výpočet nákladů na přípravu TV:

$$C_{Q_{FW}} = \frac{2,498}{24} \times 8 \times 3047 + \frac{2,498}{24} \times 16 \times 2211 = 2.537 + 3.682 = 6.219 [Kč]$$

- roční náklady na vytápění a přípravu TV: $23.687 + 6.219 = 29.906,-$ Kč
- celkový využitelný zisk solárního systému $Q_{ss,u} = 2.352$ kWh/rok
- výpočet úspory nákladů na výrobu TV:

$$C_{Q_{ss}} = \frac{2,352}{24} \times 8 \times 3047 + \frac{2,352}{24} \times 16 \times 2211 = 2.389 + 3.467 = 5.856 [Kč]$$

- úspora nákladů za teplo výrobou el. energie v FVE:

Výkon FVE předpokládám rozdělený takto:

1. bude pokryt zbytek spotřeba tepla pro výrobu TV: $2,498 - 2,352 = 0,146$ MWh/rok

$$C_{Q_{ss}} = 0,146 \times 3047 = 449 [Kč]$$

2. na výrobu tepla předpokládám 3 MWh/rok ve vysokém tarifu

$$C_{Q_{FH}} = 3 \times 3047 = 9.141 [Kč]$$

- roční náklady na vytápění a přípravu TV se započítáním zisku solárního systému a části výkonu FVE:

$$29.906 - 5.856 - 449 - 9.141 = 14.460,- \text{ Kč}$$

- $4/5 \times 3.853,20 = 3.082,60$ Kč
- celkové roční náklady na vytápění a ohřev TV: $14.460 + 3.082,60 = 17.542,6,-$ Kč

Zbývající část výkonu FVE bude použita pro běžné elektrospotřebiče domácnosti.

Výpočet prosté doby návratnosti pro varianty 2 a 3:

Pro posouzení návratnosti vložených finančních prostředků níže provedu výpočet prosté doby návratnosti – T_s - s těmito výchozími předpoklady:

varianta 2:

IN – celkové pořizovací náklady systému ohřevu TV - solárních kolektorů [Kč]

CF – peněžní toky – roční úspora nákladů v nerealizovaném nákupu el. energie na ohřev TV elektropatronou [Kč]

IN: 79.394 Kč

CF: 4.062 Kč

$$T_s = \frac{79.394}{4.062} = 19,5[\text{roků}]$$

varianta 3:

IN – celkové pořizovací náklady systému ohřevu TV - solárních kolektorů a FVE pro výroby el. energie na krytí tepla - podíl 85 % [Kč], 15 % výkonu FVE bude použito pro napájení elektrospotřebičů v domácnosti

CF – peněžní toky – roční úspora nákladů v nerealizovaném nákupu el. energie na ohřev TV a vytápění

IN: 393.379 Kč

CF: 9.590 Kč

$$T_s = \frac{393.379}{9.590} = 41,0[\text{roků}]$$

Z uvedených výpočtů vyplývá, že návratnost se pohybuje ne hranici – v případě varianty 2 nebo za hranicí životnosti investice a proto ji nelze takto posuzovat. Ve výpočtu nelze zohlednit ekologické hledisko nebo hledisko zisku větší nezávislosti na veřejné síti.

7.4 Porovnání nákladů na vytápění a přípravu TV

Porovnání nákladů na vytápění uvádím v grafu č.2.

Graf 2 – porovnání nákladů na vytápění jednotlivých variant



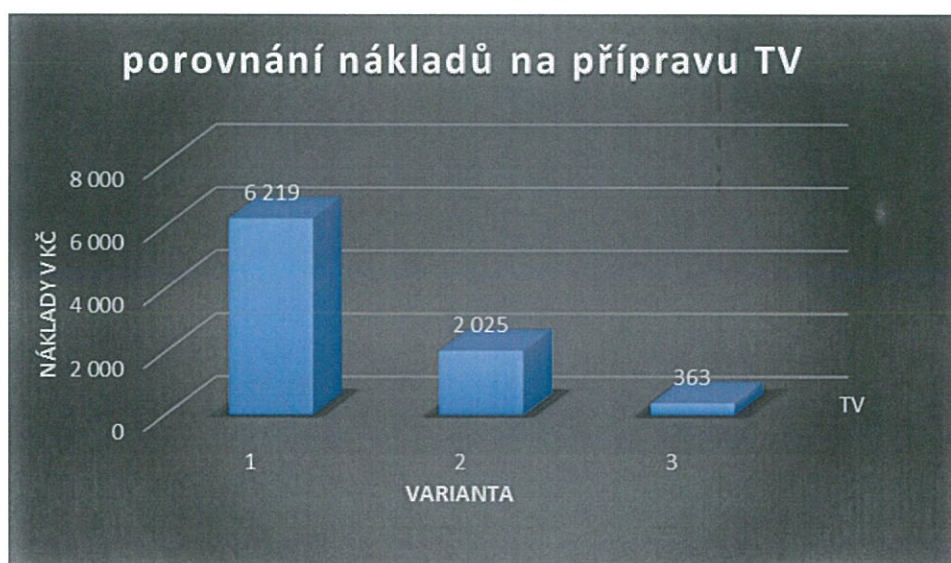
V grafu nejsou do nákladů zahrnuty poplatky za rezervovaný příkon a platba obchodníkovi, které se liší jen s ohledem na zvolený tarif. U varianty č. 3 jsou náklady na vytápění sníženy o

3,0 MWh/rok vyrobené ve FVE. Předpokládám ještě mírné snížení nákladů možnou změnou tarifu resp. rezervovaného příkonu.

Z porovnání vyplývá, že náklady na vytápění stejným druhem primární energie vychází téměř rovnocenné a roli může hrát jen účinnost zdroje, distribuce tepla a zvolený tarif.

Porovnání ročních nákladů na přípravu TV jsem shrnul v grafu č. 3.

Graf 3 – porovnání ročních nákladů na přípravu TV



Ve variantě č. 3 není zahrnut možný výkon FVE. Z porovnání vyplývá, že výkon 5 kusů trubcových vakuových solárních kolektorů téměř pokrývá veškeré náklady na přípravu TV. Rozdíl mezi variantami 2 a 3 představuje finančně vyjádřený výkon 2 kusů trubcových vakuových solárních kolektorů, který v pořizovací ceně představuje cca 35 tis. Kč.

Kompletní porovnání ročních nákladů na vytápění a nákladů na přípravu TV je uvedeno v grafu č. 4.

Graf 4 – náklady na vytápění a přípravu TV



Do varianty č. 3 jsem zahrnul i výkon FVE (0,146 MWh/rok) tak, aby veškeré náklady na výrobu TV byly zajištěny z obnovitelných zdrojů.

Pokud je systém vytápění doplňován dalšími zdroji – solárními kolektory, fotovoltaickou elektrárnou – má to za následek jeho výrazné prodražení. Návratnost těchto doplňkových zdrojů tepla je v případě solárních kolektorů cca 10 let. Mnou navržený hybridní typ FVE, kde je el. energie ukládána do baterek (jejichž cena tvoří cca 1/3 celkové ceny) je návratný v horizontu desítek let. viz. bod. 7.3.

7.5 Výhody a nevýhody jednotlivých variant, celkové posouzení

Níže uvádím výhody (+) a nevýhody (-) jednotlivých systémů pro vytápění a přípravu TV.

Varianta 1: - podlahové vytápění

- + tepelná pohoda - díky velké sálavé ploše a nízké povrchové teplotě se tepelná pohoda dostaví při nižší teplotě prostoru než u konvenčních topných systémů,
- + téměř dokonalé rozložení tepla v místnosti,
- + nízká prašnost (doporučeno pro alergiky),
- + méně vysušuje vzduch a nevíří prach v místnostech,
- + skrytí ve stavební konstrukci umožňuje plné využití interiéru,
- + dlouhá životnost,
- + účinný přenos tepla od topidla do celého objektu - voda je dobrým vodičem tepla,
- + slučitelnost se systémem konvekčního vytápění – možnost kombinace s otopnými tělesy,
- vyšší pořizovací náklady,
- vysoká tepelná setrvačnost systému a obtížnější regulovatelnost,
- zvýšené nároky na tepelnou izolaci, aby nedocházelo k nežádoucím únikům tepla do země nebo do hmoty objektu.

elektrokotel:

- + malé rozměry ,
- + kompaktní provedení,
- + žádný komín, žádný spalovací vzduch,
- + celá Česká republika je elektrifikována,
- + snadná regulace provozu, rychlá reakce na okamžitou potřebu tepla,
- + výhodnější tarif,
- zvýšené nároky na elektroinstalaci a přípojku.

Varianta 2: - přímotopy

- + nízká pořizovací cena,
- + termostat integrovaný přímo do topidla,
- + snadná montáž,
- + nízká hmotnost,
- + vysoký výkon,
- + okamžitý náběh,
- vysoká teplota topné spirály dochází k přepalování prachu ve vzduchu,
- nulová složka sálavého tepla, je ohříván proudící vzduch, až poté stěny místnosti, potřeba vytápět na vyšší teplotu vzniká pocit studeného tepla,
- nulová tepelná setrvačnost.

solární trubicové kolektory:

- + obnovitelný zdroj,
- + maximální délka doby osvitu u zvoleného typu kolektorů,
- + celoroční provoz díky vakuu mezi stěnami trubice,
- + kolektor pracuje i ve stínu a za sníženého slunečního svitu, vysoká účinnost,
- + vysoká odolnost proti mechanickému poškození v případě, že dojde k poškození, není třeba měnit celý kolektor,
- + jednoduchá montáž – po částech,
- + životnost více jak 25 let,
- problémy při výpadku el. energie – výpadek chodu oběhového čerpadla = přehřátí kolektoru,
- závislost na počasí.

Varianta 3: - teplovodní konvektory

- + zabraňují sálavému úniku tepla přes chladné plochy místností vytvořením tepelné clony,
- + možnost umístění před francouzská okna, před balkónové dveře,
- nutnost provozování na vyšší teplotu pro vytvoření konvekce,
- vyšší pořizovací náklady,
- problémy s umístěním s ohledem na rozmístění nábytku.

solární trubicové kolektory: viz. varianta 2

hybridní fotovoltaická elektrárna:

- + obnovitelný zdroj energie,
- + téměř bezúdržbová,
- + bezkonkurenční při potřebě provozu jako ostrovní jednotky,

- + dlouhá životnost,
- + nezávislost na dodávkách elektřiny ze sítě,
- + možnost čerpat dotace formou tzv. zeleného bonusu po připojení do sítě,
- + možnost uložení vyrobené elektřiny – baterky, voda a spotřebovávat ji v době, kdy slunce nesvítí,
- výkon závislý na orientaci,
- vyšší pořizovací náklady,
- velmi náročné technologické řešení,
- závislost na počasí.

Varianta 1

Tato varianta je podle mého názoru vhodná pro RD, u kterých není dostupný rozvod plynu a uživatelé požadují bezpečnost, komfort, bezúdržbovost, vysokou spolehlivost a jednoduchost, které budou znamenat levnější údržbu. Dále je předností této varianty snadná obsluha. Tuto variantu využijí především uživatelé, kteří plánují použití dlažby, nebo stěrky jako nášlapné vrstvy. Pořizovací náklady této varianty jsou o zhruba 13 tis. Kč vyšší než u varianty 2. Provozní náklady na vytápění a přípravu TV jsou vyšší o téměř 4,2 tis. Kč. Výhodou je vyšší tepelná pohoda vzhledem k velké sálavé ploše a nižší povrchové teplotě. Nevýhodou varianty je závislost na jednom zdroji neobnovitelné energie a pomalá reakce na solární a vnitřní tepelné zisky s ohledem na tepelnou setrvačnost konstrukce podlahy.

Varianta 2

Předpokládám, že tato varianta je velmi oblíbená a používaná pro montované stěnové dřevostavby, u kterých nízká hmotnost přímotopných konvektorů a jejich snadná montáž příznivě ovlivňuje rychlost výstavby a pořizovací náklady domu „na klíč“. Já jsem tuto „ekonomickou“ variantu rozšířil o solární kolektory pro přípravu TV. Zvolil jsem dražší, ale výkonné vakuové trubicové kolektory, které pracují i při nižším slunečním svitu. 3 kolektory dokáží pokrýt z 55 % náklady na přípravu TV 3 členné domácnosti. Sníží tak náklady na přípravu TV o více než 4 tis. Kč za rok. Jedná se navíc o systém podporovaný dotačními programy a lze na něj získat až 30 tis. Kč podporu. Jedná se navíc o systém využívající obnovitelný zdroj energie. Systém lze do budoucna rozšířit vzhledem k objemu zásobníkového ohříváče o jeden kolektor. Nevýhodou této varianty může být vysoká teplota topné spirály, na které dochází k přepalování prachu ve vzduchu a nulová složka sálavého tepla. Absenci sálavé složky tepla navrhuji zajistit prostřednictvím kamen nebo krbem. Získá se tím další zdroj tepla využívající obnovitelný zdroj energie. Nevýhodou

obecně u solárních systémů je nebezpečí přehřátí kolektorů při výpadku el. energie. To lze vyřešit zálohováním oběhového čerpadla pomocí UPS.

Varianta 3

Technologicky nejsložitější varianta využívající v maximální míře obnovitelné zdroje. S nadsázkou „varianta určená pro technologické nadšence s neomezenými finančními zdroji nebo skalní odpůrce firmy ČEZ.“

Výhodu použití teplovodních konvektorů u této varianty spatřuji pouze v estetice tohoto otopného prvku a flexibilitě výkonu. Cena je bohužel velmi nepříznivá a významně ovlivnila pořizovací cenu této varianty, tvoří 15 %. Tato varianta může být jediným řešením u staveb v horských oblastech, kde není k dispozici elektřina. Může být využita u chat a chalup v odlehlých oblastech jako ostrovní fotovoltaická elektrárna s výrobou tepla a TV. Další významnou položkou ovlivňující celkové pořizovací náklady varianty jsou baterie – přes 30 %. Řešením v případě realizace FVE jako síťové místo hybridní může být znásobení kapacity zásobníkové nádrže, resp. doplnění systému o další nádrž 1 m³ (cena 17 tis. Kč vč. DPH) pro zvýšení kapacity ukládané energie. Výhodou této varianty je její variabilita. Kapacita solárních kolektorů i fotovoltaických panelů může být flexibilně přizpůsobována aktuálnímu stylu využívání rodinného domu (cena 1 kusu FV panelu o výkonu 200 Wp je 3.850,- Kč). Další výhodou je bezúdržbovost a dlouhá životnost FV panelů. Varianta využívá obnovitelný zdroj energie podporovaný dotačními programy. Vývoj FVE za poslední dekádu urazil obrovský kus cesty. Zvýšila se kvalita a životnost FV i solárních panelů. Cena je mnohem nižší. Jedná se o nevyčerpatelný zdroj energie, jehož využívání bude stále rozšířenější.

Z mého pohledu je nejvhodnější varianta č. 2. Kombinuje jednoduchost a nízké pořizovací náklady v podobě elektrických konvektorů s použitím solárních kolektorů jako doplňkového zdroje obnovitelné energie.

8. Závěr

Ve své diplomové práci jsem na projektu konkrétního rodinného domu zjišťoval a porovnával náklady na vytápění a přípravu teplé vody u tří mnou navržených variant. V úvodu práce je navržen a popsán stavebně konstrukční systém rodinného domu. Návrh jsem provedl z tradičních přírodních materiálů. Rodinný dům je umístěn do konkrétní lokality. Poté jsem provedl komplexní tepelně technické posouzení navržených konstrukcí domu. Toto posouzení je východiskem pro výpočet tepelných ztrát domu. Na základě výpočtu tepelných ztrát jsem mohl provést návrh jednotlivých variant vytápění. Dále jsem provedl výpočet energetické

náročnosti a měrné potřeby tepla na vytápění, abych mohl rodinný dům zařadit do konkrétní třídy dle TNI 73 0329. Bohužel jsem nedosáhl pasivního standardu. Tento fakt je podle mého názoru dán geometrií domu - jedná se o jednopodlažní rodinný dům s poměrně velkou zastavěnou plochou. Objemovým faktorem A/V je $0,81 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Jelikož další zvyšování tloušťek tepelných izolací jsem nepovažoval za ekonomicky efektivní (tl. tepelných izolací se pohybují od 150mm – k nevytápěné garáži do 450 mm u střechy), konečné zařídění je: nízkoenergetický rodinný dům s označením **RD 40NE**. Pro dům jsem zpracoval energetický štítek obálky budovy a průkaz energetické náročnosti budovy. Dům je zařazen do klasifikační třídy A – velmi úsporná. Pro mnou zvolenou variantu – variantu 2 – jsem zpracoval průkaz energetické náročnosti budovy, ve kterém jsou vyhodnoceny ukazatele energetické náročnosti budovy. Podle celkové dodané energie je objekt zařazen do kategorie B – velmi úsporná. Podle spotřeby neobnovitelné primární energie je zařazen do kategorie E – nevhodná. To je dáno využitím el. energie k vytápění.

Pro dům jsem navrhl nucené větrání s rekuperací tepla z odpadního vzduchu. Vzduch do domu bude nasáván přes zemní výměník tepla o délce cca 42 m. Tepelné zisky resp. chladicí výkon ZVT však ve výpočtech není uvažován a lze jej tak považovat za jakousi rezervu ve výkonu otopné soustavy v zimním období a zlepšených teplotních podmínkách v interiéru v letním období. Dále jsem pro dům zpracoval návrh zdravotnických rozvodů – pitné vody a kanalizace včetně přípojek. Poté jsem na základě výsledků výpočtu energetické náročnosti a bilance solárních termických systémů provedl výpočet nákladů na vytápění a přípravu TV pro jednotlivé navržené varianty.

Provedl jsem posouzení výhod a nevýhod jednotlivých variant a výběr nejvhodnější varianty na základě mého subjektivního hodnocení v případě, že bych byl investorem navrženého rodinného domu a ten měl být skutečně realizován.

9. Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] – internetové stránky firmy K&K design, s.r.o.
- [2] – technický list materiálu Fasrock LL - výrobce – Rockwool
- [3] – internetové stránky: atrea.cz,
- [4] – nabídka firmy Ing. Martin Kolařík
- [5] – internetové stránky: regulus.cz, ivarcs.cz, elektricke-topeni.eu, ap-tech.cz, korado.cz, protherm.cz, styrotherm.cz

10. Seznam příloh

- I. protokol výpočtu denního osvětlení místnosti č. 1.11 - pracovna
- II. základní komplexní tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí
- III. výpočet energetické náročnosti a průměrného součinitele prostupu tepla nízkoenergetických rodinných domů
- IV. návrh VZT jednotky
- V. soupis materiálu VZT
- VI. výpočet tepelných ztrát objektu, potřeby tepla na vytápění a průměrného součinitele prostupu tepla
- VII. Bilance solárních termických systémů pro potřeby programu Nová zelená úsporám - varianta 2
- VIII. Bilance solárních termických systémů pro potřeby programu Nová zelená úsporám - varianta 3
- IX. energetický štítek obálky budovy
- X. průkaz energetické náročnosti budovy

- XI. **výkresy:**
 - výkres č. D.1.1.b-01 základy
 - výkres č. D.1.1.b-02 půdorys 1.NP
 - výkres č. D.1.1.b-03 krov
 - výkres č. D.1.1.b-04 půdorys střechy
 - výkres č. D.1.1.b-05 řez A-A'
 - výkres č. D.1.1.b-06 řez B-B'
 - výkres č. D.1.1.b-07 pohled severovýchodní, jihozápadní
 - výkres č. D.1.1.b-08 pohled jihovýchodní, severozápadní
 - výkres č. D.1.1.b-09 řez C-C'
 - výkres č. D.1.1.b-10 typické detaily
 - výkres č. D.1.4.B-01 VZT – půdorys 1.NP
 - výkres č. D.1.4.b-02 VZT – řezy
 - výkres č. D.1.4.b-03 VZT – situace zemního výměníku
 - výkres č. D.1.4.b-04 VZT – zemní výměník - uložení potrubí
 - výkres č. D.1.4.b-05 VZT – zemní výměník – podélný profil
 - výkres č. D.1.4.b-06 ÚT – schéma ohřevu vody – varianta 2
 - výkres č. D.1.4.b-07 ÚT – půdorys 1.NP – varianta 2
 - výkres č. D.1.4.b-08 ÚT – schéma zdroje – varianta 3
 - výkres č. D.1.4.b-09 ÚT – schéma vytápění – varianta 1
 - výkres č. D.1.4.b-10 ÚT – půdorys 1. NP – varianta 1
 - výkres č. D.1.4.b-11 ÚT – řez podlahou s podlahovým topením – varianta 1
 - výkres č. D.1.4.b-12 ÚT – půdorys 1. NP – varianta 3